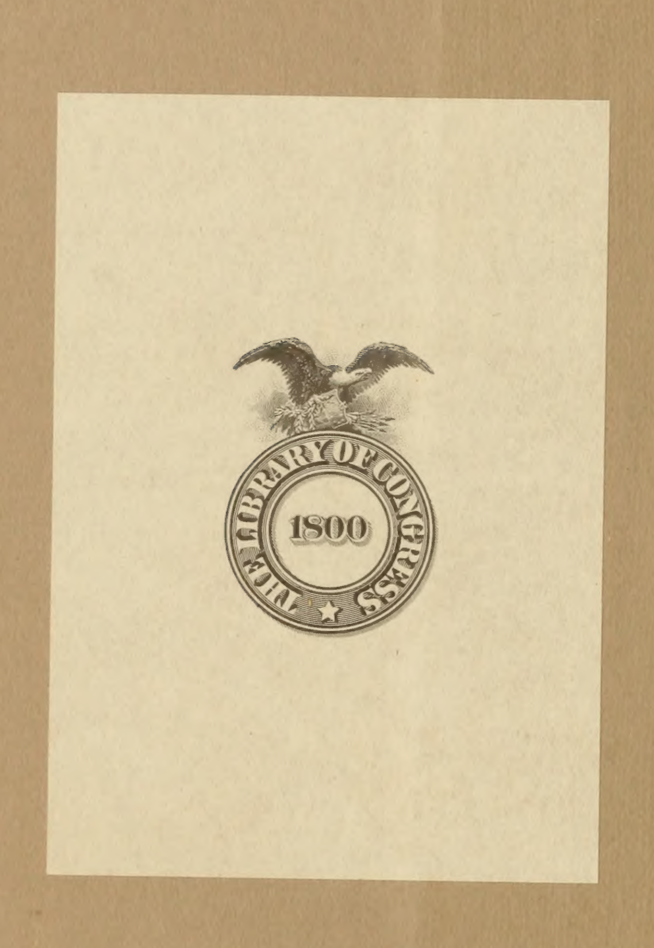



THE LIBRARY OF CONGRESS
1800





[illegible] der Wissenschaften in [illegible]
[illegible]

Sitzungsberichte

Abteilung I

[illegible] Band

Jahrgang [illegible] – Heft 1 bis [illegible]

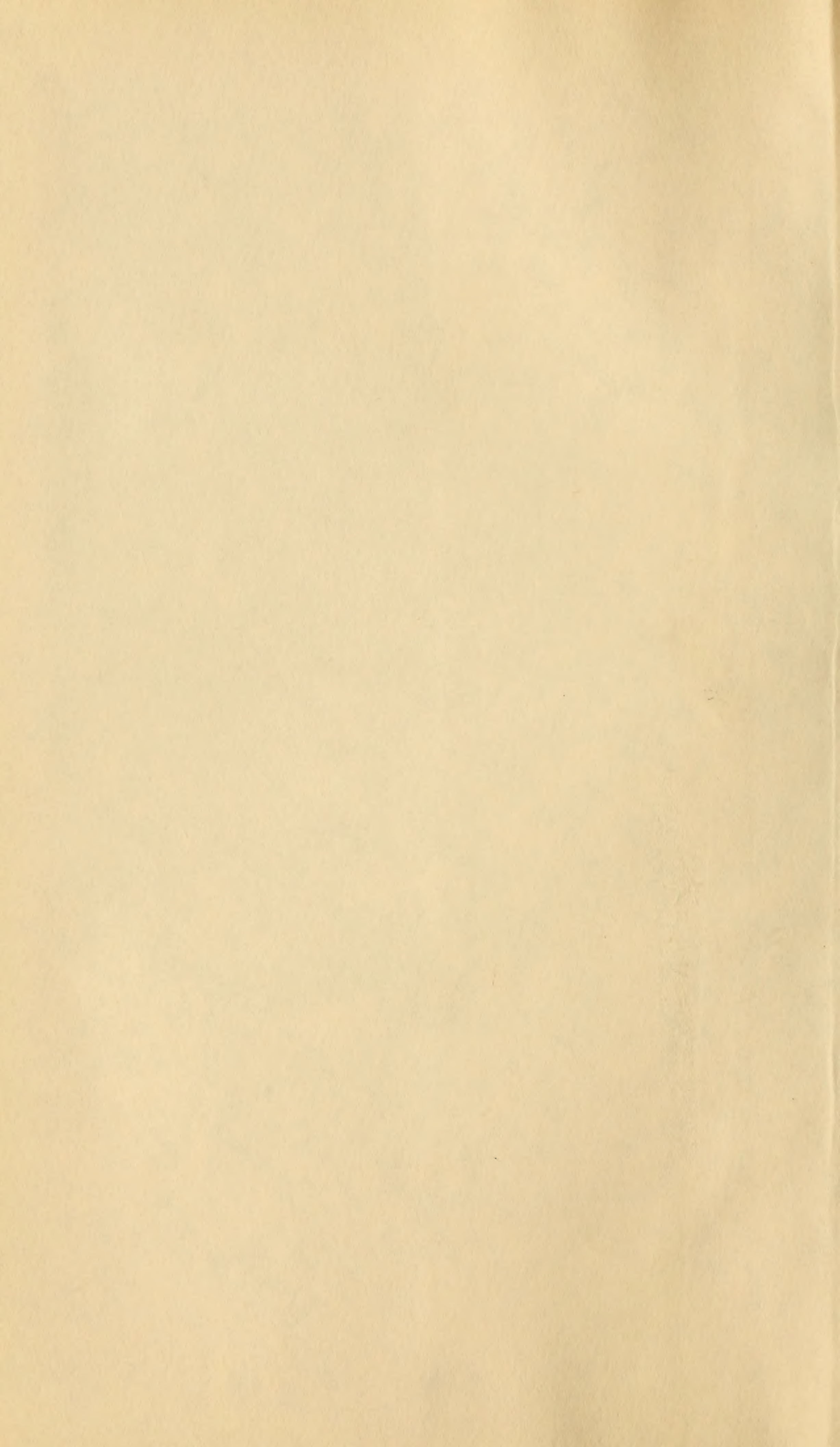
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



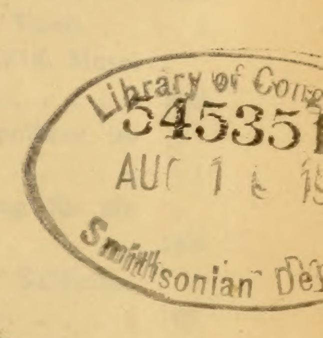
Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

131. Band

Jahrgang 1922 – Heft 1 bis 10



(Mit 10 Tafeln und 53 Textfiguren)

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien, 1923

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei.

Inhalt

Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

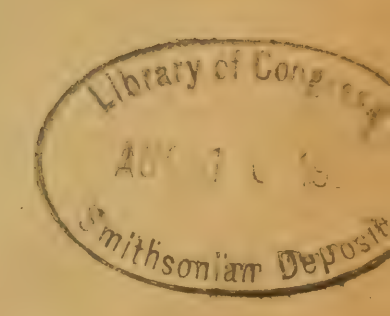
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

131. Band, 1. bis 3. Heft

(Mit 3 Tafeln und 2 Textfiguren)



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien, 1922

Österreichische Staatsdruckerei

In Kommission bei Alfred Hölder
Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 1. bis 3. Heftes des 131. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

»Die oben, statt der Preise eingesetzten Zahlen zeigen diejenigen Grundzahlen an, welche mit den jeweilig von den Buchhändlerverbänden berechneten Schlüsselzahlen multipliziert, den Ladenpreis ergeben. Gegenwärtig (Oktober 1922) beträgt diese Schlüsselzahl bei Kronenzahlung 4500, bei Markzahlung 80.«

Die Polverschiebungen als Teil von A. Wegener's Hypothese im Lichte des geologischen Zeitbegriffs

Von

Fritz Kerner

k. M. Akad. Wiss.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Februar 1922)

Zu den schwächsten Seiten mancher Klimahypothesen zählt ihre Stellung zum geologischen Zeitbegriff. Dies gilt auch für die Polverschiebungslehre, wie sie jüngst als wichtiger Baustein im Gefüge der A. Wegener'schen Hypothese in Anlehnung an Kreichgauer Köppen entwickelt hat. Die Erdansicht Fig. 6 in der seiner Arbeit: Polwanderungen, Verschiebungen der Kontinente und Klimageschichte (Peterm. Mitt. 1921) beigehefteten Tafel zeigt zwar keine streckentreue Projektion, weist aber in der Gegend des Nordpazifik doch auch nur eine geringe Verzerrung auf. Dies läßt es — insoweit man nur ein angenähertes Resultat erstrebt — statthaft erscheinen, die Wege, welche der Pol seit dem Ende des Carbons zurückgelegt haben soll, abzumessen.

Die durchlaufene Strecke ist durch Punkte, denen die Formationsnamen beigesetzt sind, eingeteilt. Dies soll gewiß nicht bedeuten, daß der Pol während der ganzen Periode am betreffenden Punkte verblieb und sich dann jedesmal ruckweise verschob. Dagegen geht aus dem Diagramm und aus dem Text nicht hervor, ob die besagten Punkte Erdorte bezeichnen, an denen sich der Pol während der betreffenden Periode am längsten aufhielt oder die Stellen angeben, welche er bei stetigem Wandern im Zeitpunkte der Formationsmitte durchschritt. Dem Geologen ist der Begriff der Formationsgrenze viel geläufiger als der Begriff »Zeitmitte der Formation«. Nach den Darlegungen Diener's wäre es z. B. nicht begründet, die Zone des *Harpoceras Murchisonae* (die 17. der 33. Oppel'schen Zonen) als genaue Zeitmitte des Jura zu nehmen und bieten auch die neuen Kleingliederungen nicht die Mittel zu einem exakten Zeitlängenvergleich.

Insoweit nur Näherungswerte gesucht werden, wird man aber auf dem besagten Migrationsbilde die Formationsgrenzen in die Halbierungspunkte der Abstände zwischen den Formationsmitten verlegen. Die Erscheinung des rückläufigen Längenwachstums der geologischen Zeiträume ist nur für die großen Epochen, aber nicht für alle Perioden erwiesen (die Dyas dauerte sogar kürzer als die Trias), so daß es nicht begründet schiene, jene Grenzen etwas über die besagten Halbierungspunkte hinaus zu verlegen.

Man kommt dann, wenn man auf jenem Diagramme die Trias dort beginnen läßt, wo Perm steht und die Grenze zwischen Pliozän- und Quartär, weil sich die als Mittellage des Nordpoles im Quartär vermerkte Stelle auf eine im Lauf der zweiten Hälfte dieser Formation stattgehabte Pollage bezieht, etwas gegen das Pliozän hinrückt, zu folgenden Relativzahlen (Millimeter):

Mesozoikum: $6+24+20+7 = 57$
Känozoikum: $7+13+12+6+13+7 = 58$
Quartär: $18+15 = 33$

Als Maßzahlen der Periodenlängen nehme ich zunächst die in Häckel's Schöpfungsgeschichte (1870) vermerkten. Ihre scheinbare Genauigkeit leitet sich davon her, daß sie auf Sedimentmächtigkeiten beruhen. Sie gehören so zu jenen Werten, die ihrer Bedeutung nach zwar auch nur rohe Schätzungen, ihrer Gewinnungsart nach aber die Ergebnisse genauer Messungen sind. Man wird sie solchen vorziehen, die sich wie die (nach Dana 1875) von Lapparent (Traité de Géologie 1906) mitgeteilten Zahlen: Primaire 12, Secondaire 3, Tertiaire 1 — von vornherein als bloße Rohschätzungen zu erkennen geben, gleichwie man eine mittlere Niederschlagshöhe für ein ganzes Land, die sich auf Grund genauer Rechnungen ergab, — obschon sie auch nur ein roher Näherungswert sein kann — einer Zahl vorzöge, zu der ihr Autor etwa nur durch klimatologische Erwägung kam.

Man hat dann:

	s	t	c
Sekundär	57	11·5	5
Tertiär	58	2·3	25
Quartär	33	0·5	66

Unter Voraussetzung der Häckel'schen Zahlen für die relativen Periodenlängen wäre so 1 : 5 : 13 das Geschwindigkeitsverhältnis der Polwanderungen in den angeführten Zeiträumen.

Zieht man Fig. 4 heran, die die Polverlegungen im Quartär genauer aufzeigen soll, so ergeben sich als relative Weglängen zwischen den Höchstständen der vier Eiszeiten und zwischen dem Maximum der Würmvergletscherung und der Gegenwart: 5 : 6 : 5 : 8.

Als Maßzahlen der Zeitlängen (Abstände der Maxima) entnimmt man dem Diagramm in Penck's und Brückner's Alpen im Eiszeitalter die Werte $4^1/_2$, $9^1/_4$, 3, 1, die etwas von jenen abweichen, welche sich für die Interglazialzeiten allein ergeben und von der Mindelzeit ab 12:3:1 sind. Man hat dann:

	s'	t'	c'
Günz-Mindelzeit	5	4·5	1
Mindel-Rißzeit	6	9·25	$^2/_3$
Riß-Würmzeit	5	3·0	$1^2/_3$
Würmzeit-Gegenwart	8	1·0	8

Hiernach wäre das Geschwindigkeitsverhältnis der Polwanderungen in den genannten Abschnitten des Quartärs 3:2:5:24 gewesen.

Die bei Häckel angeführten Zahlen weisen wohl noch ein zu geringes rückläufiges Längenwachstum der geologischen Epochen aus. Die Relativzahlen 53·6 für die »Primordialzeit« = Laurentian + Cambrium + Silur und 32·1 für die »Primärzeit« = Devon + Carbon + Perm lassen sich mit der Auffassung Neumayr's, daß vom Mittelcambrium bis zum Untersilur vielmals mehr Zeit verstrichen sei als vom Untersilur bis zum Oberdevon nicht vereinen und Diluvium + Jetztzeit betrachtete dieser Forscher nur als Zeitäquivalent einer Oppel'schen Jurazone, womit die Dauer des Quartärs die Einschränkung auf einen verschwindend kleinen Teil der geologischen Zeitspanne erfährt. Neumayr's Schätzung des rückläufigen Periodenwachstums könnte, auf der unsicheren Grundlage der Zone als Zeitmaß fußend, etwas zu hoch gegriffen sein. Es kommen hier aber auch die Bestimmungen des Erdalters auf physikalischer Grundlage in Betracht. Die aus der Heliumproduktion führen in betreff der absoluten Zeitlängen zu Höchstwerten. Ihre Brauchbarkeit zur Schätzung relativer Längen büßen sie dadurch nicht ein.

Für ein posttertiäres Eifelgestein wurden (von Koenigsberger nach Strutt) eine Million Jahre, für ein pliozänes Effusivum aus Neuseeland zwei und für ein miozänes aus der Auvergne sechs Jahresmillionen gefunden. Da das Neogen gewiß kürzer als das Palaeogen gedauert hat, muß das Quartär einem viel kleineren Bruchteile des Tertiärs gleichkommen, als sich nach den obigen Zahlen ergibt. Dann ist die Geschwindigkeit des Polverschubes im Quartär eine relativ noch viel größere und dies bei Ausschluß der noch supponierten zykloidischen Bewegungen. Nach Analogie sollen solche Zykloiden von den Polen schon in vorquartärer Zeit gemacht worden sein. Vielleicht, daß es da zu kleinen vorübergehenden Verzögerungen der Bewegung wie von der Günz-Mindel zur Mindel-Rißeiszeit kam (siehe oben). Als das Gesamtbild voll

beherrschende Erscheinung zeigt sich aber eine rasche Beschleunigung der Polbewegung mit Annäherung an die Gegenwart. Einer solchen müßte eine analog verlaufene Häufigkeitszunahme der Massenumlagerungen in der Erdkruste entsprechen.

Die geologische Erfahrung weist auf große Schwankungen der lithosphärischen Bewegungsvorgänge hin, auf einen Mittelzustand zwischen stetiger Entwicklung und Katastrophenfolge. Wiederholtes Aufleben und Abflauen eines Wandertriebes der Erdpole wäre sonach zu verstehen. Dagegen ist in der Lithosphäre keine mit Annäherung an die Gegenwart fortgesetzt rasch wachsende Unruhe erkannt worden. Man vermöchte als Ursache immer schneller und schneller erfolgter Polwanderungen keine terrestrische, aber auch keine kosmische Energiequelle zu entdecken, deren Stärke mit Annäherung an die Gegenwart in geometrischer Progression wuchs. Eine solche Quelle gibt es nicht.

Es liegt nahe, daß da die Migrationsfreunde das Opfer einer palaeooptischen Täuschung sind.

Die Diagnose einer Polverschiebung erfließt aus der Feststellung von Änderungen in der Verbreitungsart vorzeitlicher Lebewesen und Böden. Solche Änderungen lassen sich aber bei Annäherung an die Gegenwart in immer rascher zunehmender Menge erkennen, weil mit diesem Näherrücken die Zahl der geologischen Urkunden überhaupt in raschem Schritt wächst. Wenn dies nicht so klar hervortritt, so ist daran das rückläufige Längenwachstum der Perioden schuld. Selbst wenn — was nicht der Fall — die Zahl der bekannten kambrischen Faunen erheblich größer wäre als die der neogenen, könnte die kambrische Urkunde doch noch die sehr viel lückenhaftere sein, weil sie sich über eine Zeitspanne verteilt, die nach Neumayr vielleicht der ganzen nachkambrischen Zeit an Dauer nahekommt, ein Umstand, der von Jenen unbeachtet bleibt, die glauben, daß mit der Diagnose einer Eiszeit als kambrisch betreffs ihrer Altersdeutung mehr erreicht sei als die Kenntnis, daß sie in die erste Hälfte der nacharchäischen Zeit fiel.

Nach eigener Angabe der Migrationsfreunde können Krustenstörungen als Begleiter großer Polverschübe dann ausbleiben, wenn sich diese sehr langsam und allmählich vollziehen. Dann müßte man die großen Faltungsphänomene als die Begleiter von sehr rasch erfolgten zykloidischen Bewegungen der Pole ansehen, die im erwähnten Köppen'schen Diagramm, das nur die resultierenden mittleren Polwege zeigt, nicht angedeutet sind, andrerseits aber annehmen, daß die in jüngster Zeit erreichte große Schnelligkeit der Polwanderung noch unterhalb jener Geschwindigkeitsgrenze liege, deren Überschreitung erst große Krustenstörungen bedingt.

Es hat zwar Ampferer kürzlich gezeigt, daß die Alpen auch in der Eiszeit in Unruhe waren, daß in deren östlichen Tälern große Sohlenverbiegungen stattfanden und Nowak hat jüngst gar von posttertiären Faltungen in Albanien berichtet. Indem aber

Ampferer ähnliche Phänomene, wie er sie für die Eiszeit klar aufzeigt, auch für das Tertiär und die Kreidezeit vermutet, bedeuten seine Darlegungen kaum eine Abschwächung des (bisher angenommenen) tektonischen Gegensatzes zwischen Quartär und Tertiär, sondern eine Höhereinschätzung der lithosphärischen Beweglichkeit in beiden Perioden. Die Nachwürmzeit war sicher keine Zeit größerer lithosphärischer Unruhe. Wenn sonach schon zwanzig- bis vierzigtausend Jahre ein Zeitraum von jener Dauer wären, welche genügt, damit sich eine 20gradige Polverschiebung ohne Störungen in der Erdkruste vollzieht, müßten die großen Gebirgsaufrichtungen die Begleiter von Polverschüben gewesen sein, die sich in noch viel kürzerer Zeit vollzogen, müßte man in der pliozänen, altmiozänen und vorgosauischen Faltung in den vier hercynischen, den kaledonischen und voralgonkischen Faltenbildungen die Werke weniger Jahrtausende vor sich haben! Dies ist eine glatte Unmöglichkeit.

In ähnlicher Weise wie die Polverschiebungshypothese kommt auch die Pendulationshypothese Simroth's bei Betrachtung im Lichte des geologischen Zeitbegriffs zu Fall. Indem sie für das Palaeozoikum und Tertiär eine polare, für das Mesozoikum und die Jetztzeit eine äquatoriale Schwingungsphase annimmt, setzt sie die physikalische Unmöglichkeit voraus, daß sich bei einer Pendelbewegung die Schwingungszeit von einer Schwingung bis zur nächsten um ein Vielfaches verkürzt!

Auch andere Klimahypothesen vertragen eine Durchleuchtung mit dem Lichte des geologischen Zeitbegriffes nicht. Es sei dies hier zum Schlusse nur kurz an einem Beispiele gezeigt. Die Kohlensäurehypothese in ihrer geologischen Ausbildung durch Frech könnte die diluviale Kälteperiode nur dann als Folge eines völligen Abflauens des Vulkanismus im Quartär erklären, wenn sich nachweisen ließe, daß im Mesozoikum die vulkanischen Kräfte nie durch eine Zeitspanne von der Dauer des Quartärs hindurch geruht hätten. Um ein dauernd mildes Klima zur Jurazeit als Folgezustand eines Kohlensäurereichtumes der Lufthülle glaubhaft hinzustellen, genügt es sonach nicht, darauf zu verweisen, daß es jurassische Eruptivgesteine gibt; man müßte sie auf sämtliche Oppel'sche Zonen aufteilen können, selbst wenn man hinter Neumayr's Längenschätzung etwas zurückbliebe und eine solche Zone nicht der Zeitspanne vom Oberpliozän bis heute und nur der Eiszeit in engster Begrenzung vergliche. Für jede Oppel'sche Zone ein eruptives Äquivalent aufzuzeigen, wäre aber bei der ohnedies nicht großen Zahl jurassischer Eruptiva ein Ding der Unmöglichkeit.



Zur Lebensdauer und Anatomie einiger Rhizome

Von

Emilie Flamm

(Mit 1 Tafel)

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien
Nr. 172 der zweiten Folge

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Jänner 1922)

I. Einleitung.

Das Ziel meiner Arbeit war zu untersuchen, welches Alter im günstigsten Falle ein einer Vegetationsperiode entsprechendes Stück eines Rhizomes erreichen kann. Ferner wollte ich die etwaigen anatomischen Unterschiede in den aufeinanderfolgenden Jahrgängen prüfen, falls solche etwa auftreten sollten.

In der Literatur finden sich einige verstreute Altersangaben über Rhizome, auf die ich im Zusammenhange mit meinen Ergebnissen im speziellen Teile meiner Arbeit noch zu sprechen kommen werde. Auch sind an Rhizomen schon sekundäre Veränderungen beobachtet worden. Hollstein[1] berichtet, daß die Epidermis vieler Rhizome dikotyler Pflanzen nachträglich durch Periderm ersetzt wird. Bennecker[2] findet, daß die Rhizome vieler dikotyler Pflanzen sekundäres Dickenwachstum aufweisen, welches indes nicht immer regelmäßig mit dem Alter fortschreitet. Mougin[3] beschreibt sekundäres Dickenwachstum im Rhizom von *Convallaria majalis*, einer monokotylen Pflanze.

---

[1] Hollstein, O.: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Stengel u. Rhizome von dikotylen Alpenpfl. Just's Botan. Jahrb. 1907, I. Teil, p. 127.

[2] Bennecker, E.: Zur Kenntnis des Baues, der Entwicklung u. der Inhaltsverhältn. der Ausläufer u. Rhizome. Bot. Zentralbl. 1919, p. 209.

[3] Mougin: Note sur la zone d'accroissement du *Convallaria majalis*. Bot. Zentralbl., Bd. 39, p. 194.

Das Hauptuntersuchungsmaterial, durchaus wildwachsende Pflanzen der näheren und weiteren Umgebung Wiens, umfaßt folgende Pflanzen: *Polygonatum multiflorum, P. officinale, P. latifolium, P. verticillatum, Anthericum ramosum, Paris quadrifolia, Asarum europaeum* und *Anemone ranunculoides.* Diese Pflanzen lassen die Jahreszuwachsstücke des Rhizomes deutlich erkennen. *Convallaria majalis* und *Majanthemum bifolium* habe ich nur auf ihre anatomischen Veränderungen untersucht; eine Feststellung des Alters war nicht möglich, weil die Jahrgänge nicht deutlich abgegrenzt sind. Endlich habe ich folgende Pflanzen ausgegraben und angesehen, aber mich nicht weiter mit ihnen beschäftigt, weil ihre Rhizome keine Altersbestimmung gestatten: *Anemone hepatica, A. nemorosa, Acorus calamus, Adoxa moschatellina, Allium montanum, Angelica archangelica, Cardamine bulbifera, Cyclamen europaeum, Hypochoeris radicata, Menyanthes trifoliata, Myosotis scorpioides, Nephrodium filix mas, N. phegopteris, Oxalis acetosella, Potentilla erecta, Pulmonaria officinalis, Symphytum tuberosum, Trifolium spadiceum* und *Tussilago farfara.*

Zur Beantwortung der ersten Frage wurden zahlreiche Exemplare auf verschiedenen Standorten ausgegraben und die Anzahl der Stockwerke festgestellt, woraus sich die Lebensdauer ergibt. Um die zweite Frage zu ergründen, habe ich Quer- und Flächenschnitte aller Stockwerke eines Exemplares zum Vergleich gebracht. Auf die Morphologie der untersuchten Rhizome und ihre Anatomie im allgemeinen werde ich nicht eingehen, weil sie in der Literatur[1] genügend behandelt sind und meine Beobachtungen fast durchaus übereinstimmen. Einige abweichende Befunde sowie etliche Nebenbeobachtungen will ich am Schlusse meiner Hauptergebnisse mitteilen.

II. Eigene Untersuchungen.

A. Die Lebensdauer der untersuchten Rhizome.

In der Literatur finden sich, wie schon in der Einleitung erwähnt, vereinzelte Bemerkungen zu dieser Frage. Im folgenden will ich die vorliegenden Beobachtungen meinen Befunden gegenüberstellen.

Nach den Mitteilungen Bernátsky's[2] erhält sich der einzelne Jahrgang von *Polygonatum multiflorum* mindestens bis zu 15 Jahren

[1] Irmisch, Th.: Zur Morphologie der monokotyl. Knollen- u. Zwiebelgew., Berlin 1850. — Kirchner, Loew, Schröter: Lebensgesch. der Blütenpfl. Mitteleuropas. Stuttgart 1914. 21. Lief., p. 616 bis 658, und 14. Lief., p. 310. — Velenovsky, J.: Vergleichende Morphologie der Pfl., II. Teil, Prag 1907, p. 613 und p. 651 bis 655.

[2] Kirchner, Loew, Schröter: Lebensgesch. der Blütenpfl. Mitteleuropas. Stuttgart 1914, 21. Lief., p. 655.

lebendig. Ich habe ein bis ins älteste Stockwerk gesundes Exemplar mit 20 — rechnet man das jüngste mit dem Trieb für das nächste Jahr hinzu — sogar mit 21 Stockwerken ausgegraben. Das älteste Stockwerk, das zwanzigjährige, war zwar lebensfrisch, aber nicht mehr ganz vollständig; die ältesten Internodien waren durch eine natürliche Trennungsschicht bereits abgegliedert worden.

Für *P. officinale*, *P. latifolium* und *P. verticillatum* liegen meines Wissens in der Literatur keine Altersangaben vor. Nach meinen vielerorts vorgenommenen Ausgrabungen erreicht *P. officinale* ein Höchstalter von 16, *P. latifolium* von 8 und *P. verticillatum* von 17 Jahren. Unter den Polygonateen zeigt *P. latifolium* eine auffallend kürzere Lebensdauer. In den ältesten Stockwerken dieser Pflanze tritt fast immer ein zentraler Hohlgang infolge Absterbens der innersten Parenchymzellen auf; das angrenzende gesunde Parenchym schließt sich dagegen durch Periderm und Gummi ab. Derartige Veränderungen hat Jost[1] in Rhizomen als Alterserscheinungen beobachtet. In weiterer Übereinstimmung mit seinen Beobachtungen habe ich in der nächsten Umgebung des Hohlganges verstopfte Gefäße gefunden, deren Inhalt mit Phloroglucin und Salzsäure Rotfärbung gibt, ebenso die oben erwähnte gummöse Verstopfung des Parenchyms. Die Verstopfungsmassen sind wahrscheinlich eine Art Wundgummi.[2] Bei den übrigen Polygonateen wurde der zentrale Hohlgang sehr selten beobachtet.

Für *Anthericum ramosum* konnte ich in der Literatur keine Altersgrenze finden. Nach meinen Untersuchungen erreicht ein Stockwerk ein Maximum von 17 Jahren.

Paris quadrifolia kann nach Bernátsky[3] bis zu 10 Stockwerken in lebender Verbindung aufweisen, ich habe 17 Jahrgänge festgestellt.

Irmisch[4] zählte bei *Asarum europaeum* oft über 10 verschiedene Jahrgänge; ich habe maximal 14 Stockwerke angetroffen.

Über die Abgrenzung der Jahrgänge und das Alter der Stockwerke bei *Anemone ranunculoides* habe ich in der Literatur nichts gefunden. Nach meinem Dafürhalten kann man die Stockwerke zählen. Das Rhizom zeigt stellenweise starke Einschnürungen, die ich für die Grenzen der Stockwerke halte. Vorausgesetzt, daß diese Anschauung richtig ist, wird ein Rhizomstück maximal 7 Jahre alt.

---

[1] Jost, L.: Die Zerklüftung einiger Rhizome und Wurzeln. Bot. Zentralbl., Bd. 49, p. 335.

[2] Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 315.

[3] Kirchner, Loew, Schröter, l. c., p. 647.

[4] Irmisch, Th.: Zur Morphologie der monokotyl. Knollen- u. Zwiebelgew. Berlin 1850, p. 181.

B. Veränderungen, welche lebensfrische Rhizomstücke mit zunehmendem Alter erleiden.

1. Veränderungen der Epidermis.

Bei den Polygonateen zeigt die makroskopische Betrachtung oft einen Unterschied in der Farbe der Kutikula. In den jüngeren Stockwerken ist diese weißlichgelb, in den älteren meist dunkelgelb gefärbt. Auch an den älteren Rhizomteilen von *Paris quadrifolia*, *Asarum europaeum*, *Anemone ranunculoides*, *Convallaria majalis* und *Majanthemum bifolium* ist diese dunklere Färbung der Kutikula zu beobachten.

Unter dem Mikroskop fallen an älteren Rhizompartien bei den Polygonateen Epidermiszellen auf, deren Lumen mit bräunlichen Einlagerungen mehr oder weniger erfüllt ist. Offenbar sind es nekrotische Zellen. Ihre Zahl nimmt mit dem Alter, wenn auch nicht regelmäßig, zu.

Bei *Majanthemum bifolium* und *Convallaria majalis* zeigen sich in manchen Epidermiszellen, die meist stärker verdickte Wände aufweisen, gelbliche oder rötliche Tropfen von kleineren oder größeren Dimensionen. Stellenweise ist das Lumen einer Epidermiszelle oder einer Gruppe solcher Zellen damit erfüllt. In letzterem Falle sind die Stellen als Flecken mit freiem Auge sichtbar. Die bezeichneten Tropfen, respektive Massen sind in kaltem und heißem Alkohol, in Äther und Schwefelkohlenstoff unlöslich. Sie werden durch Kalilauge und kalte Salzsäure nicht verändert, in kochender Salzsäure färben sich größere Massen tief braunrot bis schwärzlich. In kalter Salpetersäure schwindet die rote Farbe, aber die entfärbten Massen bleiben sichtbar. Kochende Salpetersäure führt Lösung herbei. Es dürfte sich um Sekrete handeln, die mit der Degeneration der Epidermiszellen zusammenhängen.

2. Veränderungen der Spaltöffnungen.

a) Verstopfung der Spaltöffnungen.

Die Spaltöffnungen der Rhizome der untersuchten Polygonateen erfahren mehrere merkwürdige Veränderungen, die meines Wissens unbekannt sind. Ich will mit der Beschreibung der normalen Rhizomspaltöffnung beginnen. »Sie erhebt sich über die durchschnittliche Oberfläche, indem die Begleitzellen, bei *P. verticillatum* auch noch ein bis zwei benachbarte Zellen, sich schräg oder fast gerade nach aufwärts richten und in der Spitze der so zustande kommenden beträchtlichen Erhöhung Spaltöffnungen tragen.«[1] Im Querschnitt betrachtet, siehe Fig. 1, zeigen die Schließzellen stark verdickte Bauchwände, deutlich entwickelte Vorder- und Hinterhofhörnchen und darunter eine verhältnismäßig lange Atemhöhle.

Im Vorhof der Spaltöffnungen sind häufig pfropfenartige Einlagerungen von gelblichen bis bräunlichen körnigen Massen zu beobachten.

---

[1] Kirchner, Loew, Schröter, l. c., 21. Lief., p. 628.

Die Ausfüllungsmassen (»p«) sind in Quer- (Fig. 5, 6) und Flächenschnitten (Fig. 2) zu sehen. Zuweilen ist gleichzeitig der Hinterhof verstopft (Fig. 4, p_1). Im allerjüngsten Stockwerk mit dem Trieb für das nächste Jahr ist der Vorhofpfropfen nur sehr vereinzelt zu bemerken und da nur an den älteren Internodien. An den jüngeren Internodien, vorne bei der Triebknospe, fehlen die Pfropfen. Das läßt erkennen, daß diese Pfropfen nicht aus der Zeit der Anlage der Schließzellen herrühren, wie es bei den Wachspfropfen[1] der Fall ist, sondern erst später in der ausgebildeten Spaltöffnung entstehen. In einjährigen Rhizomabschnitten sind viele Spaltöffnungen mit Pfropfen vorhanden; in zwei- und dreijährigen weisen die meisten diese Erscheinung auf und in noch älteren findet sich nur ab und zu eine Spaltöffnung mit leerem Vorhof. Vielleicht ist der Pfropfen aus diesen während der Herstellung des Schnittes herausgefallen und mithin alle Spaltöffnungen in älteren Rhizomteilen verstopft. Oft erscheinen die Vorhöfe ganz dunkel von den eingelagerten Luftbläschen. Durch Einbringen in Alkohol oder gelindes Erwärmen entweicht die Luft und die mehr gelblichen oder bräunlichen Massen werden deutlich sichtbar. Bei den Koniferen[2] und später bei einer Reihe von Pflanzenfamilien[3] sind derart aussehende Verstopfungen wachsartiger Natur beobachtet worden.

Ich war bestrebt, die stoffliche Natur der Vorhofpfropfen von *Polygonatum* festzustellen und prüfte zunächst auf Wachs.[4] Es war nicht möglich, die Pfropfen unter Wasser auszuschmelzen. Sie waren weder in kaltem, in heißem Alkohol noch in Schwefelkohlenstoff löslich. Bei Verweilen der Schnitte bis zu vier Tagen in Äther und Chloroform trat keine Lösung ein. Scharlachrot und Sudan wurden von der Kutikula, den Vorder- und Hinterhofhörnchen intensiv gespeichert, von den Pfropfen nicht. Es kann sich daher nicht um wachsartige Stoffe handeln. Bei der Widerstandsfähigkeit der Pfropfen gegen Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff und Kalilauge lag die Vermutung nahe, daß es eine Art Wundgummi[5] sein könnte. Indes geben die Pfropfen keine Holzstoffreaktion mit Phloroglucin und Salzsäure, doch scheinen sie sich in Salpetersäure teilweise zu lösen und speichern Fuchsin. In kochender Salzsäure tritt keine Veränderung ein.

Im Vorhofpfropfen liegen nicht selten dunkel gefärbte, polygonale Körperchen, die Sporen eines auf der Epidermis wuchernden Pilzes. Ganze Häufchen solcher Sporen und ausgedehnte Pilzhyphen sind auch sonst auf der Epidermis häufig sichtbar. Zuweilen hebt sich im Pfropfen eine feinkörnige, schwärzliche Masse ab. Wulff[3] hat Spaltöffnungen beobachtet, in welche Pilzhyphen eingedrungen waren, die sich den Wänden fest angeschmiegt hatten. Die äußere Atemhöhle und die Zentralspalte scheinen in diesem Falle ganz wie bei der Verstopfung mit Wachs von einer körnigen Masse erfüllt zu sein, die aber von den Lösungsmitteln für Wachs nicht angegriffen werden. Ich konnte in den Spaltöffnungen keine Pilzhyphen erkennen.

Die Pfropfen unbekannter chemischer Natur sind vermutlich ein Ausscheidungsprodukt der Schließzellen und haben wahrscheinlich die angenommene biologische Bedeutung der Wachspfropfen, nämlich die Transpiration der Spaltöffnungen herabzusetzen.

---

[1] Wilhelm, K.: Über eine Eigentümlichkeit der Spaltöffn. bei Koniferen. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Berlin 1883, Bd. I, p. 325. — Wulff, Th.: Studien über verstopfte Spaltöffn. Öst. bot. Zeitschrift 1898, Nr. 6, p. 201.

[2] Wilhelm, K., l. c.

[3] Wulff, Th., l. c.

[4] Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 112.

[5] Molisch, H.: l. c., p. 315.

Die Schließzellen mit Vorhofpfropf sind nicht tot. Es ist mir auch an älteren Rhizomstücken noch gelungen, in derartigen Schließzellen Plasmolyse mit reinem Glyzerin, Zucker- und Salpeterlösung herbeizuführen; auch konnte ich in ihnen Stärke nachweisen. Ich wollte die Wegsamkeit der Spaltöffnungen für Luft untersuchen mit derselben Methode, welche Stahl[1] zum Nachweis der Wegsamkeit der Lenticellen anwendet. Ich befestigte ein Rhizomstück von *Polygonatum latifolium* an den kürzeren Schenkel eines U-förmig gekrümmten Glasrohres, verschloß das freie Ende mit Siegellack und tauchte die Vorrichtung bis über das zugekittete Ende in ein Gefäß mit Wasser und goß in den langen Schenkel Quecksilber. Die Luft ist nur aus Wunden entwichen. Auf Anraten des Herrn Hofrates Molisch habe ich den Versuch in der Weise abgeändert, daß ich eine Handluftpumpe zum Hindurchpressen der Luft verwendete. Es ist mir zweimal bei *P. latifolium*, und zwar nur an einjährigen Rhizomstücken gelungen, Luft hindurchzupressen, sodaß diese auf der ganzen Oberfläche hervorperlte. In einer größeren Zahl von Fällen war das Resultat ein negatives, auch bei Verwendung einjähriger Rhizomstücke. Weitere Versuche mit *P. officinale*, *multiflorum* und *verticillatum* waren durchwegs erfolglos. Der negative Ausfall setzte mich deshalb in Erstaunen, weil das Rhizomgewebe reich an mit Luft erfüllten Interzellularen ist und an jüngeren Stockwerken noch reichlichst unverstopfte Spaltöffnungen vorhanden sind, durch welche ich ein Austreten der Luft erwartet hätte.

Flächenschnitte von *Convallaria majalis* machen den Eindruck, daß die Spaltöffnungen hin und wieder derartige Pfropfen zeigen. Bei der geringen Zahl der Spaltöffnungen findet man diese verhältnismäßig selten am Querschnitt. Da mir das Material nicht in genügender Menge zur Verfügung stand, kann ich über den Bau im Querschnitt nichts Genaueres sagen.

b) Verholzung der Spaltöffnungen.

Ein Teil der Spaltöffnungen der untersuchten Polygonateen erleidet noch eine weitere Veränderung; es tritt Verholzung ein. Die unverholzten Schließzellen sind von der Farbe der umgebenden Epidermiszellen. Mit Ausnahme der kutinisierten Außenwand, der Vor- und Hinterhofhörnchen geben sie mit Chlorzinkjod Zellulosereaktion. Die verholzten Schließzellen (Fig. 3, 5, 6, 7) sind kräftiger gelb bis braun gefärbt und haben stärker verdickte Wände; insbesonders sind die Bauchwände stärker verdickt, sodaß das Lumen bedeutend verkleinert ist. Es gelang mir nicht, Stärkeeinlagerungen nachzuweisen und Plasmolyse hervorzurufen. Die Wände der verholzten Schließzellen werden mit Phloroglucin und Salzsäure mehr oder weniger kräftig rot. Salzsäure allein und Joachimowitz Reagens[2] bringen diese Färbung nicht hervor. Es kann sich daher nicht um Phloroglucotannoide und auch nicht um jenen postmortalen gelben oder braunen Farbstoff handeln, der auf den Membranen und manchmal auch im Zellinhalt der Schließzellen etwas gelber Blätter von *Musa Cavendishii*[3] abgesetzt wird; dieser gibt mit Säuren rote Reaktion. Anilinsulfat eignet sich infolge bereits vorhandener Gelbfärbung nicht als Reagens. Mit kalter Orcin-Salzsäure, welche ich zuweilen anwendete, trat Violettfärbung ein.

---

[1] Stahl: Entwicklungsgesch. u. Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitg., Leipzig 1873, 31. Jg., p. 613.

[2] Joachimowitz, M.: Ein neues Reagens auf Phloroglucin, Catechin und ihre Derivate. Biochem. Zeitschr., 82. Bd., p. 324 bis 358.

[3] Harmorak, N.: Beiträge zur Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 124. Bd., 6. u. 7. Heft.

Verholzte Spaltöffnungen sind auch bei den Koniferen,[1] Cycadeen,[2] Lycopodiaceen,[4] bei *Camellia japonica*,[3] *Pandanus*[4] und *Thea*[4] nachgewiesen worden.

Bei *Polygonatum* verholzen indes nicht alle Spaltöffnungen. Auf den jüngsten Internodien des jüngsten Stockwerkes findet man überhaupt keine verholzten. Auf den ältesten Internodien dieses jüngsten Stockwerkes tritt hie und da eine verholzte Spaltöffnung auf, die auf Phloroglucin und Salzsäure reagiert. Mit fortschreitendem Alter verholzen immer mehr Spaltöffnungen, sodaß die verholzten die unverholzten schließlich an Zahl übertreffen. Was die Verteilung der verholzten Spaltöffnungen anlangt, so konnte ich keine Abhängigkeit beobachten; sie finden sich oben, unten und seitlich am Rhizom; allerdings sind manche Schnitte vom selben Stockwerk reicher, andere wieder ärmer an verholzten Spaltöffnungen. Im ältesten Stockwerke einer Rhizomkette, auch in dem zwanzigjährigen von *P. multiflorum*, habe ich noch immer etliche unverholzte Spaltöffnungen vorgefunden. Es treten mithin gleichzeitig nebeneinander verholzte und unverholzte Schließzellen auf, die sich auch dadurch unterscheiden, daß erstere dickere Wände und ein engeres Lumen haben und stärkefrei sind. Es besteht mithin ein Dimorphismus der Spaltöffnungen, wie er bisher nur bei *Pandanus*[4] beobachtet worden ist. Der Dimorphismus kommt besonders in Flächenschnitten stark zum Ausdruck. Man vergleiche die unverholzten Schließzellen in Fig. 2 mit den verholzten in Fig. 8, 9. Die morphologische Verschiedenheit wird durch die Veränderungen, welche die benachbarten Epidermiszellen der verholzten Schließzellen gleichzeitig erfahren, noch erhöht. Auf diese Veränderungen soll im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden. Die Vorhofpfropfen, welche in den unverholzten Spaltöffnungen beschrieben worden sind, kann man auch vielfach in den verholzten beobachten. Dort, wo sie fehlen, wie in Fig. 7, sind sie wahrscheinlich erst bei der Präparation herausgefallen.

Auch einige Schließzellen des Rhizomes von *Convallaria majalis* erleiden Veränderungen mit zunehmendem Alter. In jungen Rhizomteilen sind sie hellgelb wie die Kutikula gefärbt. Auf älteren Rhizomteilen finden sich neben derartigen unveränderten Schließzellen auch solche, welche auffallend dickwandiger, ferner leuchtend gelb, braun oder rötlich gefärbt sind. Oft sind auch die angrenzenden Epidermiszellen dickwandig und ebenso gefärbt. Der Farbstoff scheint nicht nur in den Wänden, sondern auch im Zellinhalt aufzutreten. Die gelben Schließzellen geben

---

[1] Mahlert: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubbl. der Koniferen mit bes. Berücksicht. des Spaltöffn. App., Bot. Zentralbl. 1885, 24. Bd., p. 54.

[2] Karzel, R.: Die Verholzung der Spaltöffn. bei Cycadeen. Wiesner Festschr., Wien 1908, p. 510.

[3] Heilbronn, M.: Die Spaltöffn. von *Camellia japonica*. Ber. der Deutsch. bot. Ges., 34. Bd., p. 22.

[4] Kofler, J.: Der Dimorphismus der Spaltöffn. bei *Pandanus*. Öst. bot. Zeitschr. Wien 1918, p. 186 bis 195.

mit Phloroglucin und Salzsäure keine Reaktion, die bräunlichen oder rötlichen färben sich meist kräftig rot. Sonst zeigen letztere das gleiche chemische Verhalten wie jene gelben und roten Massen in manchen Epidermiszellen, worüber im Abschnitt »1« berichtet worden ist. So wie bei diesen scheint es sich auch bei den Schließzellen um Absterbeerscheinungen zu handeln.

c) Verstopfung der Atemhöhle.

Die Spaltöffnungen von *P. officinale, multiflorum, latifolium* und *verticillatum* (Fig. 1) zeichnen sich, wie schon früher erwähnt, durch eine lange Atemhöhle aus. Fig. 5 zeigt eine verholzte Spaltöffnung von *P. verticillatum* mit verkleinerter Atemhöhle »*a*«. Der untere Teil der Atemhöhle ist durch die Teilungstätigkeit der angrenzenden Parenchymzellen verschwunden. In Fig. 6 ist die Atemhöhle »*a*« noch mehr verkleinert. Die nächst angrenzenden Parenchymzellen haben sich papillenartig »*t*« gegen die Schließzellen vorgewölbt. Auch die linke Nebenzelle zeigt eine derartige papillenartige Vorstülpung »t_1«, die ebenfalls zu einer Verkleinerung der Atemhöhle beigetragen hat. In Fig. 7 ist die Atemhöhle verschwunden; sie ist durch die hineingewachsenen Parenchymzellen verstopft worden. Bei den untersuchten Arten wird die Atemhöhle unter den verholzten Schließzellen hauptsächlich durch die hineinwachsenden Parenchymzellen verstopft.

Haberlandt[1] und Molisch[1] haben ähnliche Vorgänge unter den Spaltöffnungen der Blätter von *Tradescantia guianensis* beschrieben und Molisch[1] hat sie als »thylloide Verstopfungen« bezeichnet. Später ist bei den Cactaceen[2] dieselbe Beobachtung gemacht worden. Derartige Bildungen sind als vorzügliches Mittel, die Transpiration herabzusetzen, gedeutet worden. Auch die Verstopfung der Atemhöhle von *Polygonatum* kann thylloide Verstopfung genannt werden. Sie erfolgt in erster Linie durch die Tätigkeit der Parenchymzellen; die Nebenzellen haben nur untergeordneten Anteil.

In einzelnen Fällen konnte ich bei *P. multiflorum* (Fig. 3) in der verkleinerten Atemhöhle einen Pfropf (»*o*«), der Opistialöffnung anliegend, beobachten, der Sudan und Scharlachrot speichert und seiner chemischen Natur demnach den Fetten angehören dürfte. Bei den anderen Polygonateen ist mir ein derartiger Verschluß nicht aufgefallen.

Unter nicht verholzten Spaltöffnungen ist das Gewebe interzellularreich, unter verholzten und verstopften schließt es fast lückenlos aneinander. In älteren Hügelchen (Fig. 7) reichen die Teilungen der Parenchymzellen noch mehrere Zellagen tief unter der verstopften Atemhöhle ins Gewebe hinein. Es entsteht dadurch ein sich von dem übrigen Parenchymgewebe linsenförmig abhebender Gewebekörper, welcher die verholzten Schließzellen noch stärker emporwölbt, so daß ein lenticellenähnliches Höckerchen entsteht. Indes kommt es niemals zum Aufreißen der Höckerchen (Fig. 3, 5, 6), weil sich die Epidermiszellen durch Zellteilung vermehren und sich so der Aufwölbung anpassen. Da die Epidermis des Rhizoms erhalten bleibt, bestände auch keine biologische Notwendigkeit, Lenticellen auszubilden. Die die Atemhöhle umgrenzenden Parenchymzellen sind bei eintretender Zellteilung zartwandig und farblos und geben mit Chlorzinkjod Zellulosereaktion. In einem späteren

---

[1] Molisch, H.: Zur Kenntnis der Thyllen, nebst Beob. üb. Wundheil. der Pfl. Akademie d. Wiss., Wien, Bd. 97, 14. VI. 1888.

[2] Bukvic, N.: Die thylloiden Verstopf. der Spaltöffn. u. ihre Bez. zur Korkbildg. bei den Cactaceen. Öst. bot. Zeitschr. 1912, Nr. 11.

Stadium lassen sich Korkreaktionen ausführen; die Wände verseifen mit Kalilauge und speichern Sudan und Scharlachrot. In einem noch älteren Stadium geben sie dieselben Holzreaktionen wie die verholzten Schließzellen. Die Zellen sind dickwandig und bräunlich gefärbt. Im Zellumen des verholzten Korkes (Fig. 3, 7) liegen kleinere und größere Tropfen, welche Sudan und Scharlachrot speichern; es scheinen mithin Fettropfen zu sein. Vielleicht sind es solche Öltropfen,[1] die als Auswurfstoffe in alternden Organen beobachtet worden sind. Zu ihrer Überprüfung wurden auch folgende Reaktionen auf Gerbstoffe[2] ausgeführt: Eisenchlorid, Eisenvitriol, Osmiumsäure und Joachimowitz-Reagens,[3] indes ohne positives Ergebnis. Die vorhin beschriebenen Tropfen konnte ich auch im stark reduzierten Lumen der verholzten Schließzellen und in den verholzt verkorkten Zellen der Niederblattnarben beobachten.

Auch in der Flächenansicht (Fig. 9) läßt sich die stärkere Aufwölbung der Spaltöffnungshöckerchen erkennen. Die verholzten Schließzellen bilden das Zentrum. Sie sind von nachträglich abgeänderten Epidermiszellen kranzartig umgeben und weichen auch dadurch von den unverholzten Schließzellen (Fig. 2) deutlich ab. Die abgeänderten Epidermiszellen will ich ihres Aussehens und der einfacheren Bezeichnung wegen Kranzzellen nennen. Sie sind nach außen bogenförmig abgerundet, nach innen, gegen die Schließzellen zu, teilweise papillenartig vorgewölbt, so daß die Außenwände der letzteren etwas eingesenkt werden. Jüngere Stadien zeigen nur eine Kranzreihe (Fig. 8), ältere (Fig. 9) deren mehrere, konzentrisch um die Spaltöffnung angeordnet. Am äußeren Umfang des Hügels schließen sich in tieferer Lage die normalen Epidermiszellen an. Ältere Stockwerke zeigen alle Varianten von beginnender und stark fortgeschrittener Umbildung. Fig. 9 ist noch keines von den größten Höckerchen. Im Anfangsstadium speichern die Kranzzellen Scharlachrot wie die Kutikula, in älteren Stadien erhält man die Ligninreaktionen, welche mit den verholzten Schließzellen ausgeführt worden sind. Die Verholzung beschränkt sich nicht auf die Schließzellen allein, sondern erstreckt sich bei fortschreitender Höckerbildung auf die gesamten Zellen des Hügelchens.

Bezüglich der Verteilung der Höckerchen gilt dasselbe wie für die verholzten Spaltöffnungen. Sie sind auf allen Seiten des Rhizomes zu finden. Im einjährigen Stockwerke sind sehr wenige anzutreffen. Mit dem Alter des Rhizomstückes nimmt ihre Zahl zu. An älteren Rhizomstücken finden sich stark ausgebildete Höckerchen mit vielen Kranzreihen, solche mit einer Kranzreihe, verholzte Spaltöffnungen ohne Kranz und unverholzte Spaltöffnungen. Verholzung und Höckerbildung scheinen bis ins relativ späte Alter stattzufinden.

Die Verholzung der Schließzellen in Verein mit der thylloiden Verstopfung setzt die Spaltöffnungen außer Funktion. Es fragt sich nun, soll durch diese Einrichtung die Transpiration des Rhizomes an diesen Stellen ausgeschaltet werden oder ist sie ein Schutzwall gegen eindringende Pilze?

Sehr vereinzelt konnte ich auch bei *Convallaria majalis* Kranzbildung mit ein bis zwei Reihen um jene schon beschriebenen, vermutlich nekrotischen Schließzellen beobachten.

Außer diesen Schließzellenhöckerchen treten bei den Polygonateen auch Höckerchen auf, die von keinen Spaltöffnungen gekrönt werden. Sie ähneln ansonsten den ersteren im Bau, sowohl im Flächen- als auch im Querschnitt und zeigen das

---

[1] Molisch, H., Mikrochemie, l. c., p. 344 bis 345.

[2] Molisch, H., Mikrochemie, l. c., p. 154 bis 159.

[3] Joachimowitz, M., l. c.

gleiche chemische Verhalten. Sie bestehen mithin auch aus später verholzenden Kranzzellen und darunterliegenden verholzenden Korkzellen. Sie treten nur an älteren Rhizomabschnitten, zwar nicht regelmäßig, aber ziemlich häufig auf und scheinen kleinen Wundausheilungen zu entsprechen. Beide Arten von Höcker fallen schon unter schwacher Lupenvergrößerung als Wärzchen ins Auge.

Spaltöffnungsfreie Höcker konnte ich auch an älteren Rhizomteilen von *Convallaria majalis* beobachten. Im Lumen der Zellen finden sich in der Regel jene gelben oder roten Sekretmassen, von denen schon mehrmals die Rede war.

3. Die Änderungen des Diameters.

Der Diameter des Querschnittes in den aufeinanderfolgenden Stockwerken einer Rhizomkette weist oft große Unterschiede auf. Auf mehrere schwache Stockwerke folgen oft besonders starke. Zwischen kräftige Stockwerke erscheint ein auffallend schwaches eingeschaltet. Bei vielen Exemplaren sind die ältesten Stockwerke bedeutend schwächer als die jüngeren. Es fragt sich nun, waren die schwächeren Stockwerke immer schwächer oder sind sie erst nachträglich durch Reservestoffabgabe so geworden? Ferner, ist das Dicker- oder Dünnersein eines Stockwerkes von der Anzahl der Zellen oder den Zelldimensionen abhängig? Ich habe deshalb unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Meßtisches Zählungen und Messungen vorgenommen und auf diese Weise untersucht: *Polygonatum multiflorum, P. officinale, P. latifolium, P. verticillatum, Paris quadrifolia* und *Asarum europaeum.* Bei *Anthericum ramosum* wurde das Verfahren unterlassen, weil die geringe Längsausdehnung der Stockwerke und die stark wechselnden Durchmesser infolge der kugeligen Gestalt der Rhizomabschnitte die Herstellung von Schnittserien einander entsprechender Zonen unmöglich machten.

Bei den aufgezählten Pflanzen hat es sich gezeigt, daß einem größeren Diameter im allgemeinen eine größere Zellenzahl entspricht und umgekehrt. Ein größerer Querschnitt weist auch im allgemeinen größere Zelldimensionen auf. Der Diameter des Querschnittes ist mithin von der Anzahl der Zellen und den Zelldimensionen abhängig, doch so, daß der erste Faktor in der Regel überwiegt. Aus der prallen Beschaffenheit der Zellwände, meist bis ins älteste Stockwerk, kann man schließen, daß sich die ursprünglichen Zelldimensionen nicht oder kaum geändert haben. Folglich dürften sich auch die Diameter der Querschnitte nicht oder kaum geändert haben. Bloß das älteste und zuweilen auch das sich diesem anschließende Stockwerk zeigen bei manchen Exemplaren etwas schlaffe Zellwände, sodaß hier eine geringe nachträgliche Herabsetzung der Dimensionen in Betracht gezogen werden muß.

Die rein makroskopische Betrachtung hat ferner ergeben, daß drei Entwicklungsformen unterschieden werden können: Erstens Sproßketten, die trotz aller Schwankungen des Diameters in den einzelnen Stockwerken eine Zunahme der Dimensionen in der

Wachstumsrichtung gegenüber den älteren Jahrgängen aufweisen, zweitens solche, die, von kleineren Schwankungen abgesehen, im allgemeinen stagnieren, und drittens Sproßketten, die in ihren älteren Teilen auffallend kräftiger sind als in ihren jüngeren Abschnitten und mithin den Eindruck der Degeneration erwecken. Die unregelmäßigen Schwankungen, die an den meisten Rhizomketten zu beobachten sind, scheinen der Ausdruck wechselnder Ernährungsbedingungen zu sein.

4. Sekundäres Dickenwachstum.

Nach den Ausführungen von Loew und Kirchner[1] befindet sich um den Zentralzylinder des Rhizomes von *Anthericum ramosum* eine deutlich entwickelte Endodermis mit verdickten Seiten- und Innenwänden. In manchen Quer- und allen Längsschnitten habe ich auf kürzere oder längere Strecken derart gestaltete Zellen gefunden. Ihnen gegenüber stehen andere Querschnitte, wo nicht die Spur von derartigen Endodermiszellen zu sehen ist. An der bezeichneten Stelle konnte ich hingegen auf kürzere oder längere Strecken eine meristemartige Teilungszone beobachten. Fig. 10 stellt eine Querschnittspartie von einem sechsjährigen Rhizomstück von *Anthericum ramosum* dar. Mit »*m*« ist die meristemähnliche Teilungszone bezeichnet. Frisches Material eignet sich zur Beobachtung besser als Alkoholmaterial. Ich konnte Teilungszonen auf kürzere oder längere Strecken selbst an einem fünfzehnjährigen Stockwerk noch deutlich erkennen. Durch die Teilungstätigkeit entstehen Rindenzellen, die zunächst tangential gestreckt sind, peripheriewärts isodiametrisch werden. Dieses sekundäre Dickenwachstum der Rinde steht offensichtlich in Zusammenhang mit der Peridermtätigkeit. Loew und Kirchner[1] berichten bloß, daß abwechselnde Lagen von Kork und verholztem Parenchym die äußeren Schutzschichten darstellen. Ich konnte am jüngsten Stockwerk im Frühsommer stellenweise noch einfache Epidermis feststellen, stellenweise Periderm knapp unter der Epidermis. Im Herbste zeigten die jüngsten Stockwerke ringsum eine Peridermzone; zuweilen ist stellenweise eine zweite Peridermzone angelegt. In vorjährigen Stockwerken sind meist zwei Peridermzonen ausgebildet. Ältere Stockwerke zeigen stets mehrere Peridermzonen, die jede Teile der Rinde nach außen abschneiden. Die abgestorbenen Rindenteile lösen sich leicht los, weshalb man die Peridermtätigkeit schwer verfolgen kann. Dort, wo Wurzeln abzweigen, halten sich die Peridermzonen etwas länger. Doch scheint der Tätigkeit des Periderms und Meristems nach einiger Zeit eine Grenze gesetzt zu sein, weil das Rindenparenchym in älteren Stockwerken auffallend schmal ist.

---

[1] Kirchner, Loew, Schröter, l. c., 14. Lief., p. 310 bis 317.

An der Innenseite meristematischer Zonen macht es, allerdings sehr vereinzelt, den Eindruck, als ob ein neues Gefäßbündel angelegt würde. Fig. 10 zeigt ein neu angelegtes Gefäßbündel »*g*« und ein älteres »*G*«. Das Meristem am Umfange des Zentralzylinders hat also die Fähigkeit, nach außen Rindenparenchymzellen und, wie es scheint, nach innen, wenn auch äußerst sporadisch, neue Gefäßbündel zu entwickeln, welche den vorhandenen aufgelagert werden. Es scheint wenigstens potentiell sekundäres Dickenwachstum in zentripetaler und zentrifugaler Richtung zu bestehen. Das Rhizom von *Anthericum ramosum* wäre somit ein neuer Fall von sekundärem Dickenwachstum unter den Monokotylen. Bei den Familien der Dracaeneen, Yucceen, Aloineen, Dioscoreaceen, bei *Cordyline* und *Aletris* ist ausgiebiges Dickenwachstum[1] bekannt. Mougin[2] hat in bestimmten Rhizompartien von *Convallaria majalis* eine sekundäre Zuwachszone entdeckt, die zentrale und periphere Zellgewebe, Gefäßbündel etc. entwickelt. Bei meinen Untersuchungen des Rhizomes von *Convallaria majalis* im Anschlusse an *Anthericum* habe ich auch den Eindruck eines derartig bestehenden Verhaltens gehabt, ohne von dieser Arbeit zu jenem Zeitpunkte noch Kenntnis zu haben.

Die Endodermis taucht im Rhizom von *Anthericum ramosum* dort auf, wo Wurzelabzweigungen getroffen werden. Mir macht es den Eindruck, daß die Endodermis der Wurzel angehört, deren Achsenzylinder bis zum Achsenzylinder des Rhizomes begleitet und sich noch auf eine kürzere oder längere Strecke zwischen Achsenzylinder und Rinde des Rhizomes einschiebt. Auf diese Weise erfährt das Wurzelgewebe eine scharfe seitliche Abgrenzung gegen das Rhizomgewebe. Zweigen in ungefähr gleicher Höhe zwei oder mehrere Wurzeln ab, so kann man den Eindruck einer Rhizomendodermis gewinnen, die durch die Zentralzylinder der Wurzeln eine Unterbrechung erfährt. Manche Rhizomquerschnitte zeigen auf kürzere oder längere Strecken Endodermiszellen, obwohl von Wurzelabzweigungen nichts zu sehen ist. Ich glaube, daß in diesem Falle Wurzelregionen gestreift worden sind.

Von *Asarum europaeum*[3] ist bekannt, daß im Rhizom stellenweise interfaszikuläres Kambium auftritt, welches zusammen mit dem Faszikularkambium ein sekundäres Dickenwachstum in sehr beschränktem Maße verursacht. Das ist nichts Absonderliches, da *Asarum* eine dikotyle Pflanze ist und bei diesen nach den Untersuchungen Hollsteins[4] das sekundäre Dickenwachstum im Rhizom eine häufige Erscheinung ist. *Anemone ranunculoides* zeigt trotz seiner Zugehörigkeit zu den Dikotylen kein nachträgliches Dickenwachstum.

---

[1] Haberlandt, G., Physiol. Pflanzenanatomie. 5. Aufl., Leipzig 1918, p. 608 und 641.

[2] Mougin, N., Note sur la zone d'accroissement du *Convallaria majalis*. Bot. Zentralbl., 39. Bd., p. 194.

[3] Kofler, L., *Asarum europaeum*. Pharmazeut. Zentralhalle f. Deutschl., p. 59, Nr. 42.

[4] Hollstein, O., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Stengel u. Rhizome von dikot. Alpenpfl. Just's Bot. Jahresber., 35. Jg., I. Bd., p. 126.

C. Nebenbeobachtungen.

1. Kutikulare Verdickungen.

In den Flächenschnitten der Rhizome von *Polygonatum officinale* (Fig. 11) fallen zwischen den Epidermiszellen eigenartige Gebilde (*c*) auf, welche an Siebröhren oder Kalloseplatten erinnern. An Quer- (Fig. 12, *c*) und Längsschnitten entsprechen ihnen mehr oder weniger zwischen zwei Epidermiszellen vorspringende Zapfen, die oft die gegenüberliegende Zellwand erreichen.

Bei Behandlung mit Chlorzinkjod wird bloß der schmale Außenrand der Zapfen violett, der Mittelteil färbt sich kräftig gelb. Anilinblau wird nicht gespeichert, Jodlösung und Schwefelsäure rufen keine Blaufärbung hervor. Die ausgeführten Kutinreaktionen: Verseifung mit Kalilauge, Einlegen in Sudanglyzerin und in Schiffsches Reagens [1] treten positiv und auf gleiche Weise in der Kutikula, in den Einlagerungen der Flächenschnitte und in den ihnen entsprechenden Zapfen ein. Die fraglichen Gebilde sind mithin Kutineinlagerungen. Sie treten bei Anwendung zelluloseangreifender Reagenzien schärfer hervor, so bei Behandlung mit Salzsäure, Chromschwefelsäure, Kupferoxydammoniak und Eau de Javelle.

Die Kutikularverdickungen treten auf allen Seiten des Rhizomes auf. Sie sind schon am jüngsten Stockwerk mit dem oberirdischen Trieb für das nächste Jahr zu sehen. Die Verteilung ist keine gleichmäßige; daher ist es auch schwer festzustellen, ob mit dem Alter eine Zunahme der Anzahl erfolgt. Manche Stellen der Epidermis scheinen damit übersät, andere zeigen sie spärlicher, ohne daß eine Regel herauszufinden wäre. Oft macht es den Eindruck, als ob sich die Verdickungen gerne um Spaltöffnungen und auf einer Seite der Niederblattnarben gruppierten; andere Schnitte lassen diese Abhängigkeit nicht erkennen. Auf Flächenschnitten sieht man in die Zellwand auch kleinere Kutinmassen eingelagert, die wie Täfelchen erscheinen und durch Größenvariationen alle Übergänge zu den großen Verdickungen in Fig. 11 zeigen. Bei *Polygonatum multiflorum* und *verticillatum* sind diese Verdickungen an Flächenschnitten ebenfalls verhältnismäßig häufig zu sehen, bei *P. latifolium* dagegen ist ihre Zahl geringer. An Querschnitten sind die entsprechenden Kutikularzapfen bei *P. multiflorum* und *P. latifolium* keineswegs auffallend; nur *P. verticillatum* zeigt vereinzelt so weit vorspringende Zapfen wie *P. officinale*.

Ähnliche Verdickungen sind mir auch an den Flächen-, nicht aber auch an den Querschnitten von *Convallaria majalis* aufgefallen. Vereinzelt konnte ich auch an Querschnitten von *Paris quadrifolia* kutikulare Vorsprünge beobachten; es macht mir den Eindruck, als ob sie hier mit der Ausheilung benachbarter Verletzungen im Zusammenhang stünden.

---

[1] Molisch, H., Mikrochemie, l. c., p. 312

2. Verschiedene Beobachtungen.

Bernátsky[1] macht darauf aufmerksam, daß die einheimischen Polygonateen auf Grund ihrer morphologisch und anatomisch abweichenden Rhizome bestimmt werden können. Mir sind noch einige anatomische Unterscheidungsmerkmale aufgefallen, die ich in dieser Arbeit nicht vermerkt finde. Zunächst verweise ich auf die im vorhergehenden Abschnitt behandelten Kutikularzapfen, die nicht bei allen übereinstimmend ausgebildet sind. Einen weiteren Unterschied zeigen die Raphidenschleimzellen. Bei *P. verticillatum* sind sie, im Querschnitt betrachtet, kaum größer als die Parenchymzellen. Die übrigen Polygonateen haben auffallend größere Raphidenschleimzellen. Bei *P. officinale* sind sie besonders zahlreich; auch stoßen in der Regel zwei bis drei aneinander. Die eingelagerten Raphidenbündel sind verhältnismäßig kurz. *P. multiflorum* hat von allen die längsten Raphiden. Entgegen den Behauptungen Bernátsky's,[2] daß *P. verticillatum* das schwächste Rhizom aufzuweisen habe, fand ich, daß das schwächste Rhizom *P. latifolium* zukomme. Bei *P. verticillatum* habe ich Diameter gefunden, welche diejenigen von *P. officinale* übertreffen.

Bei den heimischen Polygonateen treten am Rhizom vereinzelt Zwillingsspaltöffnungen auf. Besonders häufig konnte ich diese Beobachtung bei *P. latifolium* machen. Die paarigen Schließzellen können auch verholzen. Zuweilen ist nur eine von beiden verholzt, zuweilen auch beide. Bemerkenswert erscheint mir auch das nicht allzu seltene Vorkommen von unsymmetrischen Schließzellen; eine Hälfte ist auffallend kleiner wie die andere. Auch bei nachträglicher Verholzung ist diese Asymmetrie noch sichtbar (Fig. 9).

Loew und Kirchner[3] sprechen von sphärokrystallinischen Niederschlagsprodukten im Rhizom vom *Anthericum*. Aus dem Parenchym dünner Schnitte von Alkoholmaterial fallen nach meinen Beobachtungen diese Massen leicht heraus, bleiben aber in den innersten Peridermzellen eingeschlossen und bieten dann dem Auge ein Bild, das an Wurzelknöllchenbakterien der Leguminosen erinnert. Es kann sich aber bloß um Niederschlagsprodukte handeln, weil Kalilauge, Salzsäure, Schwefelsäure u. a. Lösung bewirken und frisches Material diese Erscheinung niemals zeigt.

---

[1] Bernátsky, J., Systemat. Anatomie der Polygonateen. Beibl. zu den »Növénytani Közlemények«. Bd. 5, 1906, p. 23 bis 29.

[2] Kirchner, Loew, Schröter, Lebensgesch. d. Blütenpfl., l. c., 21. Lief., p. 658.

[3] Kirchner, Loew, Schröter, l. c., 14. Lief., p. 310 bis 317.

III. Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit sollte gezeigt werden, wie alt die Stockwerke in einem einzelnen Rhizom bei verschiedenen Pflanzen werden können. Dabei ergaben sich auch interessante anatomische Beobachtungen, die hier kurz zusammengefaßt werden sollen:

1. Das Alter, welches das Stockwerk eines Rhizomes im günstigsten Falle erreichen kann, beträgt für

Polygonatum multiflorum	20 Jahre
» *officinale*	16 »
» *latifolium*	8 »
» *verticillatum*	17 »
Anthericum ramosum	17 »
Paris quadrifolia	17 »
Asarum europaeum	14 »
Anemone ranunculoides	7 »

2. Bei den untersuchten Rhizomen konnten mit der Alterszunahme folgende sekundäre Veränderungen festgestellt werden:

a) In der Regel färbt sich die Kutikula dunkler. Einzelne oder ganze Gruppen von Epidermiszellen degenerieren. In vielen Epidermiszellen von *Convallaria majalis* und *Majanthemum bifolium* treten mit dem Alter Sekrettropfen auf.

b) Die Spaltöffnungen am Rhizom der untersuchten Polygonateen erleiden merkwürdige Veränderungen:

α. Der Vorhof der Spaltöffnungen — zuweilen auch der Hinterhof — wird durch einen Pfropfen verstopft, der gegen Reagentien auffallend resistent ist.

β. Ein Teil der Spaltöffnungen verholzt nachträglich. Die verholzten Schließzellen unterscheiden sich von den unverändert bleibenden auch durch ein engeres Lumen, bedeutend dickere Wände und Stärkemangel, so daß von einem Dimorphismus der Spaltöffnungen gesprochen werden kann. Bei *Convallaria majalis* kommt es in einigen Schließzellen zu Verdickungen, aber ohne Ausbildung von Lignin.

γ. Unter den verholzten Spaltöffnungen verschwindet die Atemhöhle durch thylloide Verstopfung. Durch diese wird das Spaltöffnungshügelchen noch stärker emporgewölbt. Bei den Polygonateen und *Convallaria majalis* treten auch Höckerchen ohne Spaltöffnungen auf.

c) In den ältesten Stockwerken von *Polygonatum latifolium* entsteht fast regelmäßig ein zentraler Hohlgang.

d) Das Rhizom von *Anthericum ramosum* scheint zu sekundärem Dickenwachstum fähig zu sein.

Die Endodermis der Wurzel dringt bis zum Achsenzylinder des Rhizomes vor und begleitet diesen noch auf eine kürzere oder längere Strecke, so daß sie den Eindruck einer Rhizomendodermis vortäuscht.

3. Die Dimensionen der Stockwerke eines Rhizomes ändern sich im allgemeinen nachträglich nicht. Die benachbarten Stockwerke zeigen oft auffallende Größenunterschiede. Der Diameter des Rhizomquerschnittes hängt in erster Linie von der Anzahl der Zellen und erst in zweiter Linie von den Zellgrößen ab. Man kann Rhizome unterscheiden, die gegen die Sproßspitze dicker, solche, die schwächer werden und endlich solche, die ihre Dimensionen nahezu beibehalten.

4. Bei den Polygonateen kommen auffallende kutikulare Verdickungen vor, die bei *P. officinale* und *P. verticillatum* im Querschnitt als weit vorspringende Zapfen erscheinen.

Zum Schlusse gereicht es mir zur angenehmen Pflicht, Herrn Hofrat Molisch für die Anregung zu dieser Arbeit und die andauernde Förderung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Tafelerklärung.

Fig. 1, 5, 6, 7. Querschnitte durch Rhizomspaltöffnungen von *Polygonatum verticillatum*. a = Atemhöhle, p = Ausfüllungsmasse, o = Fetttropfen, t und t_1 = thylloide Zellen.

Fig. 2, 8, 9. Rhizomflächenschnitte mit Spaltöffnungen von *Polygonatum verticillatum*. p = Pfropfen.

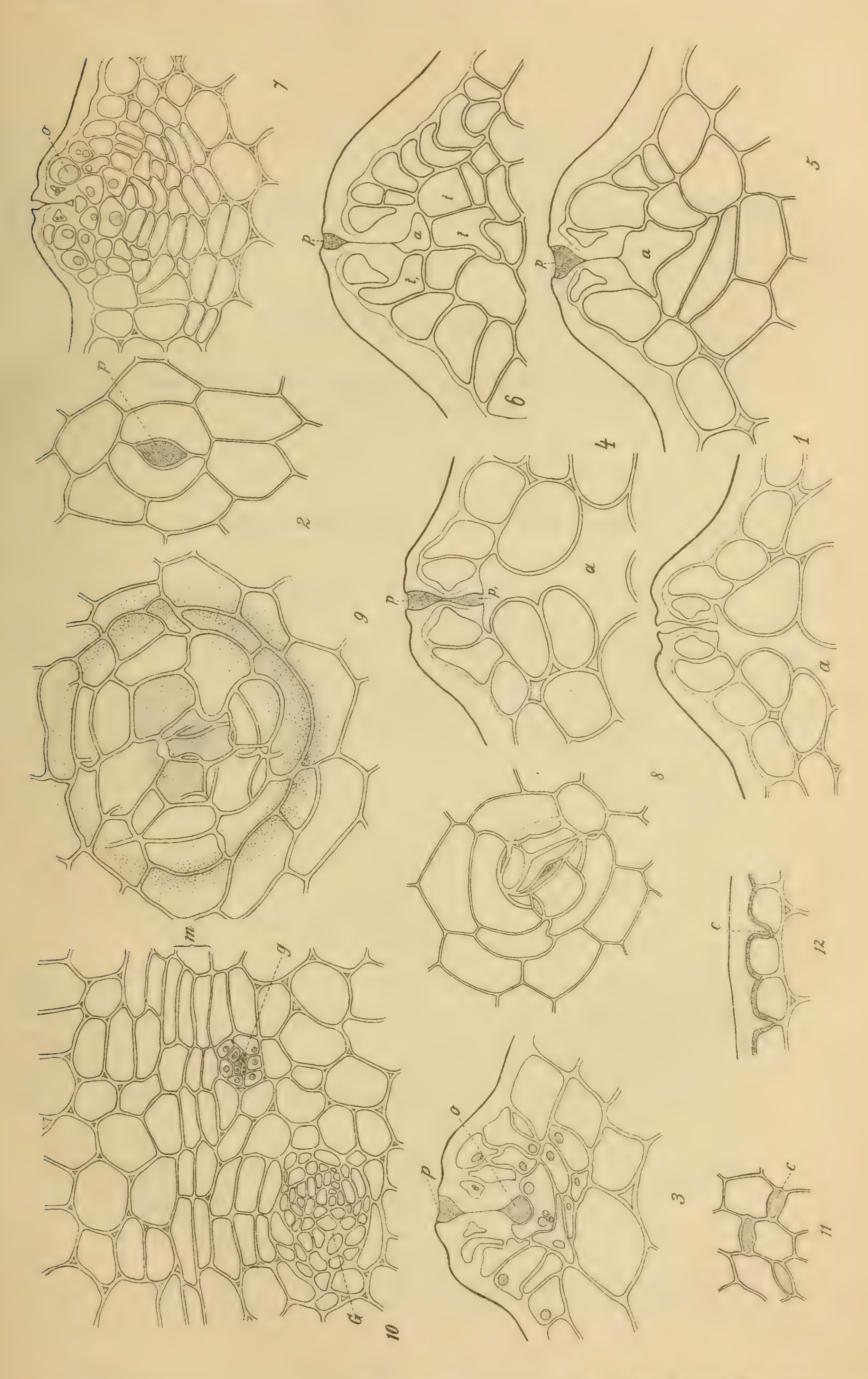
Fig. 3, 4. Querschnitte durch eine Rhizomspaltöffnung von *Polygonatum multiflorum*. a = Atemhöhle, p und p_1 = Ausfüllungsmasse, o = Fetttropfen.

Fig. 10. Partie aus dem Rhizomquerschnitt durch *Anthericum ramosum*. G und g = Gefäßbündel, m = Meristem.

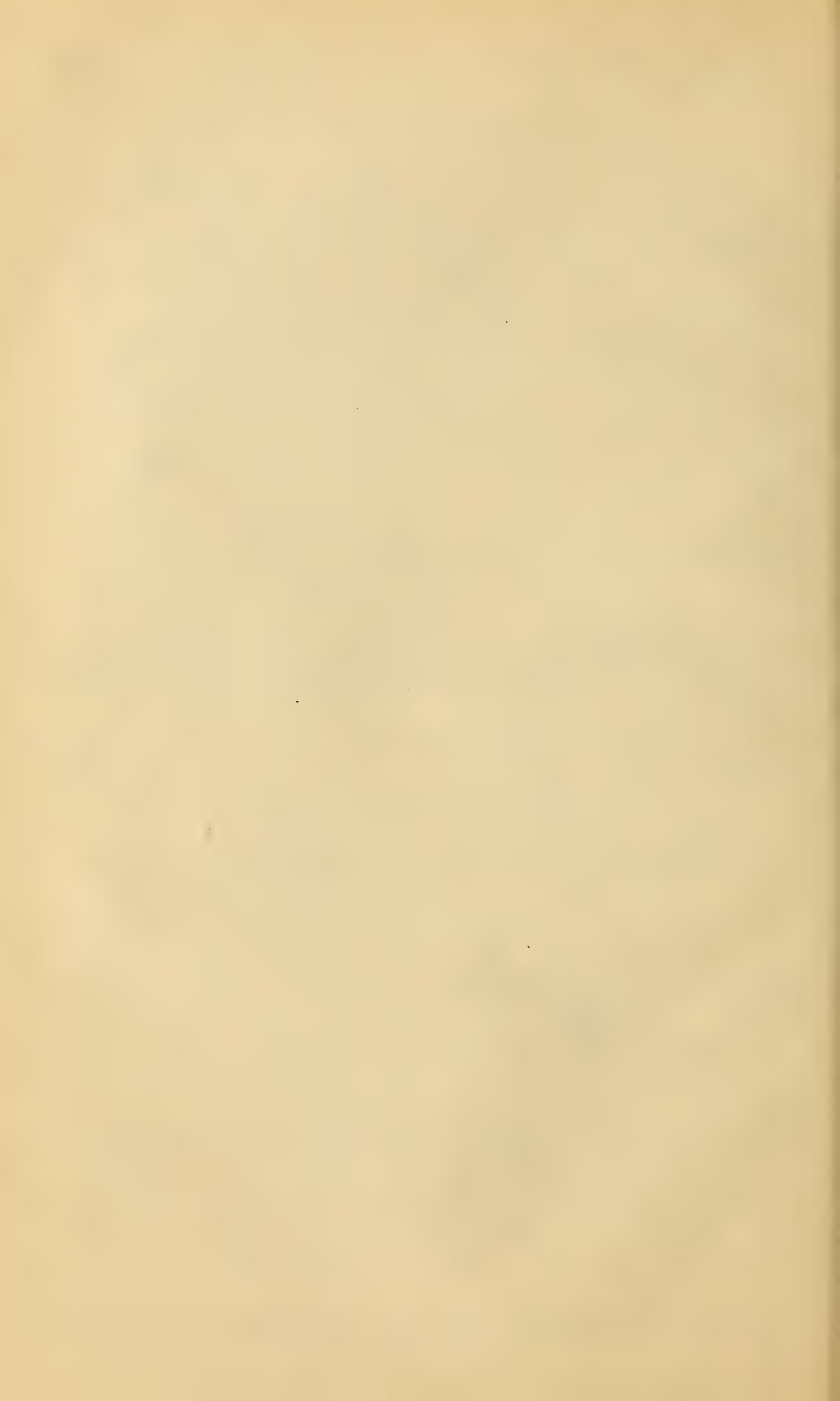
Fig. 11. Epidermis des Rhizomes von *Polygonatum officinale* im Flächenschnitt. c = Kutineinlagerung.

Fig. 12. Epidermis des Rhizomes von *P. officinale* im Querschnitt. c = Kutinzapfen.

Fig. 1, 12 etwa 240fach, Fig. 11 etwa 200fach, Fig. 7 etwa 150fach und Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 etwa 260fach vergrößert.



7
o
p
t
a
t
t,
6
5
a
p
2
p
4
1
9
p
p,
a
a
8
m
g
12
c
G
10
o
p
3
c
11



Der histochemische Nachweis der Flavone

Von

Dr. Gustav Klein

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

Nr. 173 der zweiten Folge

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Jänner 1922)

Die natürlichen gelben Beizenfarbstoffe, die Farbstoffe von Hölzern, Rinden, Blättern und Blüten zahlreicher Pflanzen wurden aus praktischen Gründen schon seit etwa 60 Jahren studiert und sind durch die analytischen und synthetischen Arbeiten von Rochleder, Hlasiwetz, Herzig, Kostanecki, Perkin[1] und vielen anderen genauest bekannt. Sie gehören alle zur Gruppe der Flavone von der allgemeinen Formel

O

CO ,

sind untereinander chemisch nahe verwandt und finden sich in der Natur größtenteils als Glykoside. Während nun die Flavonabkömmlinge, die Anthokyane[2] und Anthochlore[3] mikrochemisch schon charakterisiert sind, fehlt uns gerade für diese chemisch bestbekannten Grundstoffe ein histochemischer Nachweis.

---

[1] Die umfangreiche, vielfach bekannte Literatur siehe Czapek, Biochemie der Pflanze, II. Aufl., 3. Bd., Jena 1921, p. 408—427, oder in Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, Berlin 1911, Bd. VI, p. 32—74.

[2] Molisch H., Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan. Bot. Ztg., 1905, p. 159.

[3] Klein G., Studien über das Anthochlor, I und II. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., 1920, Bd. 129, Abt. I, 7. und 8. H., und 1921, Bd. 130, Abt. I, H. 6 und 7.

Herrmann[1] untersuchte die Verbreitung des Rutins auf Grund der allgemeinen Eigenschaft der Flavone, mit Alkalien und Erdalkalien tiefgelbe Lösungen zu geben. Das will freilich nicht viel besagen, da Herrmann selbst die Xanthone ebenso nachwies, da ja auch viele andere Stoffe, wie Eiweiß, Gerbstoffe etc.[2] und die farblosen Flavonglykoside, die Shibata[3] nachwies, mit Alkalien gelbe Färbung geben und überdies vielfach mehrere von diesen Stoffen in demselben Gewebe, ja in derselben Zelle vorliegen. Dazu ist die Alkalifärbung viel zu diffus, um damit Lokalisation nachweisen zu können.

Pavolini und Mayer[4] untersuchten die Verteilung des Rutins in *Sophora japonica* mit Hilfe der Dunkelfärbung von Kaliumbichromat und verdünnter Salzsäure. Auch diese Methode ist bestimmt nicht befriedigend. Denn eine Dunkelfärbung besagt ja nichts, zumal Kaliumbichromat mit Gerbstoffen immer braune Fällungen oder doch Färbungen gibt.[5] Diese Methode gibt höchstens bei Pflanzen, deren reichen Flavongehalt man sonst schon kennt, ungefähre Resultate. Tunmann[6] verwendet die Sublimation zum Nachweis des Quercetins in *Podophyllum peltatum.* Nun lassen sich zwar reines Quercetin und auch Quercitrin in schönen Nadeln und mehrere Millimeter hohen Büschen sublimieren; im Präparat gelingt es aber nur manchmal, bei sehr reichhaltigen Drogen. Sonst erhält man infolge der hohen Temperatur, Schmelzpunkt 285°, nur Verkohlung. Überdies sagt die Sublimation nichts über den Sitz des Flavons. Dagegen konnte Molisch[7] das von ihm gefundene Scutellarin, das nach ihm und Goldschmiedt von den anderen Flavonen etwas abweicht, eindeutig mikrochemisch charakterisieren und auch das Saponarin, das durch die Untersuchungen von Barger[8] als Flavon identifiziert wurde, ist durch diesen und Dufour[9] mikrochemisch greifbar.

---

[1] Herrmann O., Nachweis einiger organischer Verbindungen in den vegetabilischen Geweben. I. Diss., Leipzig, 1876.

[2] Klein G., l. c., I.

[3] Shibata K., Bot. Mag. Tokyo, 29, 1916, p. 118, 301 und 1915, p. 123: Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in Pflanzen, I. Mitt.

[4] Pavolini A. F. und Mayer M., Boll. Soc. Botan. Ital., 1909, p. 81.

[5] Molisch H., Mikrochemie der Pflanze, II. Aufl., Jena, 1921, p. 172.

[6] Tunmann O., Pharm. Zentralhalle, 55, 1914 (619).

[7] Molisch H. und Goldschmiedt G., Über das Scutellarin, einen neuen Körper bei *Scutellaria* und anderen Labiaten. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., 60, Abt. I, 1901.

[8] Barger S., Saponarin, ein neues, durch Jod blau gefärbtes Glykosid aus *Saponaria,* Ber. d. d. chem. Ges., Jahrg. XXXV, Heft 7, 1902, p. 1296, und Saponarin, A New Glucoside Coloured Blue with Jodine. From the Transactions of the Chemical Society, 1906, V. 89, p. 1210—1224.

[9] Dufour G., Recherches sur l'amidon soluble et son rôle physiologique chez les végetaux. E. d. Bull. d. l. Soc. vaud. d. scienc. nat., vol. XXI, No. 93.

Alle anderen Flavone sind bisher nicht histochemisch nachweisbar. Den Mangel eines allgemeinen, eindeutigen Nachweises der Flavone hatte ich besonders beim Studium der verwandten Anthochlore,[1] die gelegentlich mit den eigentlichen Flavonen zusammen vorkommen, empfunden und mir zur Aufgabe gesetzt, diese Lücke zu füllen.

Chemische Charakteristik.

Von den allgemeinen, typischen Eigenschaften der Flavone kamen für die histochemische Bestimmung in Betracht: die Löslichkeitsverhältnisse, die charakteristischen Säureverbindungen, die Disazoverbindungen mit Diazobenzolsulfat, die Salze, welche mit Kalium- oder Natriumacetat entstehen, die Fähigkeit, als Beizenfarbstoffe mit Metallsalzen gefärbte Niederschläge zu geben und die Eigenschaft, mit Kupfer- (Fehling'scher Lösung) und Silbersalzen (ammoniakalisches Silbernitrat) schon in der Kälte oder doch in der Wärme Reduktion zu geben.

Mikrochemische Methodik.

1. Die Darstellung der Disazoverbindung sowie der Kali- und Natronsalze konnte nicht ausgenutzt werden.

Die Bildung von Metallniederschlägen wie die Reduktion von Kupfer- und Silbersalzen ließen sich zur näheren Bestimmung der einzelnen Farbstoffe heranziehen, wie später noch gezeigt werden soll.

Die leichte Löslichkeit in Alkali mit tiefgelber Farbe ließ sich zur näheren Prüfung der schon krystallisierten Stoffe verwenden. Nur Molisch[2] konnte die Rotfärbung seiner Scutellarinkrystalle mit Bariumhydroxyd zur sicheren Erkennung verwerten, da dieses als das einzige von allen Flavonen die Rotfärbung zeigt.

Dagegen ließ sich bei der leichten Löslichkeit in Äthyl- und Methylalkohol, mit diesen allein oder in Verbindung mit Alkali, in manchen Fällen auch mit Essigsäure, schöne Krystallisation erzielen, speziell dort, wo die Flavone in großer Menge vorhanden sind (Tabelle I).

---

[1] Klein G., l. c., I und II.

[2] Molisch H., Über das Scutellarin etc., l. c.

Tabelle I.

Krystallisation von Flavonen aus Lösungsmitteln.

Pflanze und Stoff	Organ	Lösungsmittel	Krystallprodukt
Sophora japonica Rutin	Blütenknospen (Gelbbeeren)	Methylalkohol	Mächtige Nadelbüschel und Sphärite (gelbgrün)
Capparis spinosa Rutin	Blütenknospen (Kappern)	»	»
Cornus mas Quercetin	Corolle	»	Gelbe Nadeln
Thuja occidentalis Quercitrin	Blatt	»	Lichtgelbe Sphärite
Petroselinum sativum Apiin	»	»	Lichtgelbe Nadelbüschel
Cytisus scoparius Scoparin	»	»	Lichtgelbe Nadeln
Genista tinctoria Luteolin und Genistein	Blüte und Blatt	»	Lichtgelbe Sphärite
Ruta graveolens Rutin	Blüte	Methylalkohol, heiß	Übersät mit grünlichgelben Nadelbüscheln, auch außen
Reseda luteolas Luteolin	Blüte und Blatt	»	Gelbbraune Sphärite im Gewebe
Rhamnus cathartica Rhamnetin	Beeren	»	Licht- und dunkelgelbe Sphärite und Nadelbüschel
Cheiranthus Cheiri Quercetin	Blüten	»	Schöne gelbe Nadelbüschel
Sophora japonica Rutin	Blütenknospen	»	Übersät mit einfachen, gelbgrünen Nadelbüscheln und Sphäriten
Viola tricolor, wild, Rutin	Blüte	»	Schöne gelbe Nadelbüschel am Rande des Präparates
Viola tricolor, gelbe Gartenform Rutin	»	»	Voll mächtiger gelber Sphärite
Fagopyrum esculentum Rutin	Blatt	»	Gelbe Nadelbüschel
Cornus mas Quercetin	Kelch	»	Gelbe Nadeln

Pflanze und Stoff	Organ	Lösungsmittel	Krystallprodukt
Trifolium pannonicum	Corolle	Methyl- alkohol, heiß	Tiefgelbe Sphärite und Nadelbüschel
Trifolium medium Quercetin	»	»	»
Populus pyramidalis Chrysin	Winter- knospen	»	Sehr viele tiefgelbe Schollen
Delphinium consolida Kämpferol	Blüte	»	Farblose, gelbe Nadel- büschel und große Einzel- krystalle
Vitex litoralis Vitexin	Blatt	»	Braune Sphärite
Viola tricolor Rutin	Corolle	Methylalkohol Ammoniak	Mächtige dunkelgelbe Sphärite
Trifolium pannonicum Quercetin	»	»	Orangegelbe Nadelbüschel
Cornus mas Quercetin	Kelch	»	Gelbe Sphärite
Populus pyramidalis Chrysin	Winter- knospen	»	Sehr zarte, gewundene, gelbe Nädelchen
Viola tricolor Rutin	Corolle	5 % alkoh. KOH	Mächtige gelbe Nadel- büschel
Cheiranthus Cheiri Quercetin	»	»	Gelbe Nadelbüschel
Pirus malus Quercitrin	Rinde	»	Sehr viele gelbe Sphärite
Cornus mas Quercetin	Kelch	»	Gelbe Schollen und Nadelbüschel
Reseda luteola Luteolin	Corolle	»	Dunkelgelbe Tetraeder
Populus pyramidalis Chrysin	Winter- knospen	Ammoniak	Gelbe Nadelbüschel und sehr viele gekrümmte Nadeln
Reseda luteola Luteolin	Corolle	»	Gelbe Sphärite
Quercus tinctoria Quercetin	Rinde	Essigsäure, heiß	Tiefgelbe Nadelbüschel und Garben
Globularia Alypum Rutin	»	»	Gelbe Nadeln

Pflanze und Stoff	Organ	Lösungsmittel	Krystallprodukt
Leucojum vernum	Blüte und Blatt	Essigsäure, heiß	Dichtes Geflecht von gelben Nadelbüscheln
Gagea lutea	»	»	Dunkelgelbe Sphärite und Nadelbüschel
Saponaria officinalis Saponarin	»	»	Farblose Krystallbüschel + J + JK blau
Cassia angustifolia Isorhamnetin	Sennesblätter	»	Sehr viele tiefgelbe Sphärite
Anthemis nobilis Apiin	Blatt	»	Lichtgelbe Nadelbüschel und Sphärite + HNO_3 orangerot
Rhus Cotinus Fisetin	Fisetholz	Aceton	Dunkelgelbe Sphärite

Allgemein und lokalisiert ist es freilich so nicht möglich, die Flavone nachzuweisen.

2. Wohl aber gelang es, von dem Gedanken ausgehend, daß die Flavonkörper einerseits in Säuren unlöslich sind, andrerseits vielfach krystallisierte Säureprodukte geben, mit der Säuremethode die Flavone durchwegs einheitlich inner- und außerhalb des Gewebes zu krystallisieren.

Schwefelsäure gab weder als solche, noch in Eisessigmischung (wie sie Perkin zur Darstellung des Sulfates anwandte) gute Resultate; denn verdünnt wirkt sie nicht, da der Eisessigüberschuß die Flavone löst, und konzentriert zerstört sie das Gewebe.

Schon Molisch hat bei der Untersuchung des Scutellarins mit Salzsäure Krystalle erhalten und darauf seinen Nachweis gegründet, indem er das Material in 1% Salzsäure kochte oder eine Stunde in 10% einlegte oder mit Salzsäuredampf in geschlossenen Dosen behandelte. Ich konnte nun feststellen, daß bei allen Flavonen mit den Halogensäuren Krystallisation eintritt, am schnellsten und sichersten mit Salzsäure, langsamer mit Bromwasserstoff- und der leicht zersetzlichen Jodwasserstoffsäure. Das Einlegen in Säure erwies sich nicht günstig, da die verdünnten Säuren zu langsam oder gar nicht wirken, die konzentrierten aber das Gewebe zu sehr zerweichen und die Krystalle nicht an Ort und Stelle entstehen. Überdies gelingt die Krystallbildung so nur bei reichlich vorhandenem Flavon (*Viola*, *Rhamnus*, *Sophora*, Tabelle II).

Tabelle II.

Darstellung des Violaquercitrins bei verschiedener Säurekonzentration im Röhrchen.

Reagens	Zeit der Einwirkung	Temperatur	Erhaltenes Krystallprodukt
10 % HCl	48^h	Kalt	Tausende von gelben Tropfen
»	1^h	80°	Im farblosen Gewebe das Flavon zu gelbbraunen Massen zusammengeschlossen
Konz. HCl	24^h	Kalt	Teilweise Sphärite, sonst große Schollen
»	10^m	80°	Größtenteils schöne Nadelbüschel
HCl-Dampf	48^h	Kalt	Teilweise Sphärite, sonst gelbe Massen
»	1^h	80°	Mit Sphäriten übersät
HCl-Dampf am Sublimationsring	$1/2^h$	40°	Mit schönen Nadelbüscheln übersät

Dagegen hat sich das Einwirkenlassen in Dampfform vorzüglich bewährt. Ich verwende dazu einen Sublimationsring. Auf einen hohlen Objektträger kommen einige Tropfen rauchende Salzsäure, darüber ein 4 bis 6 *mm* hoher Glasring und auf diesen das Deckglas mit einem Gewebsstückchen oder Schnitte. Die fertigen Objektträger kommen in einen Trockenschrank bei 40° C. Höher darf die Temperatur nicht steigen, da die Salzsäure zu schnell abdampft und überdies die Präparate sehr dunkel (braun bis schwarz) werden. Nach $^1/_4$ bis $^1/_2{}^h$ ist die Salzsäure nahezu abgedampft und die Flavone immer krystallisiert. Diese Methode hat den großen Vorteil, daß sie ganz mikrochemisch ist, das Arbeiten mit größeren Mengen rauchender HCl vermeidet und kleine Gewebsstückchen zur Probe genügen. Dazu kann man eine ganze Serie von Reaktionen zugleich im Trockenschrank durchführen.

Der in der Wärme einwirkende HCl-Dampf scheidet die Flavone an Ort und Stelle ab, so daß man die ursprüngliche Verteilung vor sich hat. Nach dem Abdampfen hat man die Schnitte nur mehr feucht auf dem Deckglas. Man kann nun direkt auf dem Ring oder nach Übertragung auf einem anderen Objektträger untersuchen. Die Präparate sind meist durchsichtig genug. Sollten sie infolge vorhandener Gerbstoffe etc. zu dunkel geworden sein, hellt man mit

Chloralhydrat-HCl (5 T. wässeriges Chloralhydrat + 2 T. HCl) auf. Reines Chloralhydrat löst die Flavone mehr oder weniger auf.

Bei Einwirkung von Jodwasserstoff färbt das durch Zersetzung freiwerdende Jod die Zellelemente tiefbraun, respektive das JH die Zellulosemembranen violett, weshalb man vor dem Untersuchen zuerst mit H_2O oder Glyzerin waschen muß. Dann findet man die gelben Nadelbüscheln meist auf violettem Grund.

Die Form und Farbe der krystallisierten Flavone richtet sich nach ihrer Konzentration und der Reaktionstemperatur. Bei höherer Flavonkonzentration bilden sich meist Sphärite, bei geringerer Nadelformen. Bei höherer Temperatur (50 bis 60°), also energischerem Einwirken entstehen fast nur Sphärite oder Schollen, die vielfach braun sind, bei langsamem Einwirken die charakteristischen Nadelkugeln, -büschel etc. von schön gelber Farbe. Besonders bei gelben, carotinhaltigen Blüten ist das Bild sehr schön. Das Carotin gibt mit den Salzsäuredämpfen eine schöne beständige Blaufärbung wie mit Schwefelsäure und man sieht darin die gelben Flavonspieße zwischen und über dem blau gefärbten Carotin, da dieses meist im Grundgewebe, das Flavon in der Epidermis liegt (*Viola*, *Cheiranthus*, *Ruta*). Die Produkte der einzelnen Halogensäuren sind bei gleichen Bedingungen immer gleich, untereinander aber deutlich verschieden und sehr charakteristisch. So bildet *Viola tricolor* mit HCl schöne Büschel von gelben Spießen, mit HBr sehr schöne, feine, schwach gelbe Dendrite und Büschel aus langen, feinen Nadeln und mit HJ immer tiefgelbe Nadelbüschel.

Zum Durchprüfen wurde nur mit HCl gearbeitet, HBr und HJ nur zum Vergleich herangezogen. Eine andere Frage ist die, welche chemische Zusammensetzung die gebildeten Produkte haben. Sind es die reinen Flavone, die durch die Säure abgeschieden werden oder sind es Säureprodukte? Die bei den einzelnen Halogensäuren verschiedene Form und Farbe der Krystalle sprechen für letzteres.

Nun zersetzen sich die Halogenverbindungen relativ leicht in Wasser. In den Salzsäurepräparaten konnte hier keine Zersetzung bemerkt werden, wohl aber bei den beiden anderen. Die lichtgelben HBr-Präparate verfärben sich bei Wasserzutritt in Gelbbraun bis Braun und krystallisieren von den feinen Nadelbüscheln in Schollen um, die HJ-Krystalle lösen sich. — Freilich bilden einige Flavone aus Konstitutionsgründen (Chrysin, Apigenin und Kämpferol) keine Säureprodukte und ließen sich hier trotzdem krystallisieren. — Die Frage läßt sich natürlich auf diesem qualitativen Wege nicht entscheiden und ist für diese Zwecke auch nicht wesentlich. Sicher ist, daß die in Glykosidform vorliegenden Flavone bei der Säurebehandlung nicht gespalten werden, wie die Vergleichsreaktionen in der folgenden Tabelle III zeigen.

Histochemische Untersuchung.

Mit der beschriebenen Methode wurden zuerst die Pflanzen mit genau bekannten Flavonen untersucht (Tabelle III), dann, soweit es möglich war, die Literaturangaben über chemisch weniger genau studierte Flavonvorkommen überprüft (Tabelle IV); schließlich wurden viele gerade erreichbare Pflanzen unserer Flora, von denen bisher kein Flavon bekannt war, daraufhin angesehen und in einer ansehnlichen Zahl Flavone gefunden (Tabelle V). Dann zeigte es sich, daß nicht nur frische, sondern auch getrocknete Pflanzen zum Nachweis herangezogen werden können, ein neuerlicher Beweis für die Brauchbarkeit der Methode. Man braucht die trockenen Proben nur vorher mit warmem Methylalkohol zu durchfeuchten und feucht zur Probe aufzustellen. So konnten in den meisten Fällen bei 50 bis 70 Jahre altem Herbarmaterial und Drogen die Flavone nachgewiesen werden, freilich nicht so schön wie an frischen. Man erhält meist Drusen im Gewebe und Nadeln oder Nadelbüschel von dem durch den Alkohol gelösten Flavon am Rande des Präparates.

Es war nun das Bestreben, die krystallisierten Körper als Flavone zu identifizieren und womöglich ihre Zugehörigkeit zu den einzelnen Individuen der Flavongruppe festzustellen.

Zur Identifizierung wurden jedesmal die Löslichkeitsverhältnisse, und zwar hauptsächlich in Methyl- oder Äthylalkohol, Essigsäure, Äther, Ammoniak, Bariumhydroxyd und Chloralhydrat herangezogen. In Äther sind alle Flavone im Gegensatz zu eventuell störenden Anthrachinonen unlöslich, in Alkohol alle zumindest in der Wärme leicht löslich, in Essigsäure verschieden, aber meist in der Hitze löslich, in Ammoniak immer sofort mit tiefgelber bis orangegelber Farbe; in Bariumhydroxyd sind sie meist unlöslich, werden aber dunkelgelb bis braun gefärbt (im Gegensatz zum Scutellarin, das rot wird), in Chloralhydrat werden sie immer tiefgelb, manche sind ziemlich gut, manche wenig löslich, nach einigen Tagen sind sie aber immer mehr minder abgeschmolzen, im Gegensatz zum Hesperidin, von dem sie ja auch durch die leichte Löslichkeit in Alkohol und Essigsäure unterschieden sind.

Zur näheren Charakteristik der einzelnen Flavone wurde die Färbung mit Eisenchlorid (5 % alk. $FeCl_3$), die Bleiacetatfällung (alk. gesättigte Bleiacetatlösung) sowie die Reduktion von Fehlingscher Lösung und 1 % ammoniakalischer Silbernitratlösung benutzt. Bei den bekannten Flavonen wurden die Resultate mit den makrochemischen Angaben fast immer in Einklang gefunden. Wie die Tabelle zeigt, können die bekannten Flavone mit wenigen Proben histochemisch nachgewiesen werden. Freilich kommen manchmal in derselben Pflanze und auch im selben Organ mehrere Flavone zusammen vor; dann ist ein Auseinanderhalten der einzelnen chemischen Individuen nicht möglich.

Tabelle

Flavon	Farbe	Pflanze	Organ	Krystallprodukt mit Salzsäure
Quercetin 1, 3, 3', 4'-Oxyflavonol	Zitron-gelb	*Quercus tinctoria*	Rinde	Tiefgelbe Nadein, Plättchen und Sphärite
		Rhus cotinus	»	Sphärite und braune Schollen
		Cheiranthus Cheiri gelb	Blüte	In den Papillen schöne gelbgrüne Kugelbüschel
		Prunus spinosa	»	Gelbe Nadelbüschel und Sphärite
		Trifolium repens	»	»
		Ailanthus glandulosa	Blatt	Übersät mit gelbbraunen Sphäriten
		Hippophaë rhamnoides	Beere	Gelbe Nadelbüschel und Sphärite
Quercitrin-Quercetin-rhamnosid	Licht-gelb	*Aesculus Hippocastanum*	Blatt	Gelbliche Sphärite
		»	Blüte	Sehr viele gelbe Büschel mit geraden und krummen Nadeln
		Humulus lupulus	Blatt	Gelbbraune Sphärite
		Fraxinus excelsior	»	Gelbe Sphärite
		Thea chinensis	»	Voll gelber Sphärite
		Calluna vulgaris	»	Gelbbraune Sphärite und Krystallbüschel
		Thuja occidentalis	»	Im Blatt gelbe Sphärite, außerhalb lichtgelbe Nadelbüschel

* Erklärung: † bedeutet wenig, †† ziemlich

III.

Menge	Fe Cl_3	Bleiacetat	Ba $(OH)_2$	Fehlingsche Lösung	Ammon. Ag NO_3	Anmerkung
††††*	Dunkelgrün	Ziegelrot	Dunkelgelb, ungelöst	Heiß reduziert		In der Droge nur Quercetin
††	»	»	»	»	»	Droge
†††	Schwarzgrün	»	»	»	»	HBr: rotgelbe Büschel; frisch und Herbar, neben Isorhamnetin
††	»	»	»	»	»	»
†††	Braungrün	»	»	»	»	Frisch
†††	Dunkelgrün	»	»	»	»	»
††	»	»	»	»	»	Frisch und Droge
††	Dunkelgelb	Tiefgelb	Dunkelgelb, ungelöst	Schwach	Stark	Frisch
††††	»	»	»	»	»	Frisch und Herbar
††	»	»	»	»	»	Frisch
††	»	»	»	»	»	»
†††	»	»	»	»	»	Trockene Handelsware
††	»	»	»	»	»	Frisch und Herbar
††	Gelb bis Braungrün	Tiefgelb	Grünlich	Teilweise schon kalt reduziert		Alk. NH_3 grünlich, nach Perkin ist noch ein anderes Flavon vorhanden

viel, ††† viel, †††† sehr viel Flavon.

Flavon	Farbe	Pflanze	Organ	Krystallprodukt mit Salzsäure
Quercetin und Quercitrin	Zitron-gelb	*Pirus malus*	Rinde und (Blatt)	Große, sehr schöne, zitrongelbe Garben und Nadelbüschel (vereinzelte Sphärite)
		Viola odorata	Blüte	Gelbe Nadelbüschel und Sphärite
		Crataegus oxyacantha	Blüte	Große gelbe Sphärite und Nadelbüschel
		Allium Cepa	Zwiebelschuppe	Zellen erfüllt mit tiefgelben Sphäriten und auch Nadelbüschel
		Rumex obtusifolius	Fruchtschwielen	Übersät mit gelben Sphäriten
Rutin = Sophorin = Violaquercitrin = Myrticolorin = Quercetindirhamnosid	Hellgelb-gelbgrün	*Ruta graveolens*	Blüte	Auf blauem Grunde schöne gelbgrüne Nadelbüschel
		Sophora japonica (chines. Gelbbeeren)	Blütenknospen	Voll mächtiger dunkelgelber Sphärite und Nadelbüschel
		Capparis spinosa (Kappern)	»	»
		Viola tricolor	Blüte	Herrliche gelbe Nadelbüschel, die dunkelgelben Blüten voll Sphärite Fig. 3
		Fagopyrum esculentum	Blatt	Dunkelgelbe, feine Nadelkugeln und gelbbraune Sphärite
		Polygonum convolvulus	»	Sehr viele gelbe Sphärite
		Globularia Alypum	»	»
		Eucalyptus macrorhyncha	»	»
Rhamnetin = Quercetinmonomethyläther zusammen mit Xanthorhamnin = Rhamnetinrhamnogalaktosid	Tiefzitrongelb	*Rhamnus cathartica* (Kreuzbeeren)	Beere	Eigelbe Büschel, Garben und Sphärite HBr und HJ orange

Menge	Fe Cl_3	Bleiacetat	Ba $(OH)_2$	Fehlingsche Lösung	Ammon. Ag NO_3	Anmerkung
††† (†)	Dunkelgelb oder dunkelgrün	Dunkelgelb oder ziegelrot	Dunkelgelb	Heiß reduziert		In manchen Rinden ist Quercetin, in anderen Quercitrin, Fig. 7
††	Dunkelgelb, dann grün	Dunkelgelb, dann orange	»	»	»	Wohl beide Stoffe zusammen vorhanden
†††	Braungrün	Braungelb	Braun	»	»	» Herbar
††††	»	»	Dunkelgelb	»	»	H Br mächtige, gelbbraune Rosetten, HJ gelborange Schollen
†††	»	»	»	»	»	Herbar
†††	Dunkelgrün	Orangegelb	Gelbbraun ungelöst	Heiß reduziert	Kalt reduziert	Frisch und Herbar
††††	Olivgrün	Orange	»	»	»	Auch im Blatt
†††	»	»	»	»	»	Blatt voll kleiner brauner Sphärite
††††	»	Orangegelb	»	»	»	HBr lange, dünne, lichtgelbe Krystallbäumchen, Fig. 4. HJ orangegelbe starke Nadeln
†††	»	»	»	»	»	—
†††	»	»	»	»	»	—
††	Braungrün	Orange	»	»	»	Herbar
††	Dunkelgrün	Orangegelb	»	»	»	Droge
††††	Braun	Orange	Dunkelgelb ungelöst	Warm reduziert	Kalt reduziert	NH_3 löst orange, neben Rhamnetin auch viel Kämpferol, Fig. 5

Flavon	Farbe	Pflanze	Organ	Krystallprodukt mit Salzsäure
Isorhamnetin	Gelb	*Cheiranthus Cheiri*	Blüte	Gelbgrüne Nadelkugeln
		Trifolium pratense	»	Voll gelber Sphärite
		Cassia angustifolia (Sennablätter)	Blatt	» » »
Ein Quercetin-methyläther	—	*Tamarix gallica*	Blüte und Blatt	Große und viele kleine Sphärite
Myricetin = 5'-Oxy-quercetin	Hell-gelb	*Rhus Cotinus*	Blatt	Gelbe Sphärite
		Rhus coriaria	»	» »
		Pistacia lentiscus	Galle	» »
		Arctostaphylos uva ursi	Blatt	Gelbe Nadelbüschel und Garben
Fisetin = 3, 3', 4'-Tri-oxyflavonol	Zitron-gelb	*Rhus Cotinus*	Holz	Dunkelgelbbraune Sphärite
		Schinopsis Balonsae (*Quebrecho colorado*)	»	» »
Apigenin = 1, 3, 4'-Oxy-flavon neben Apiin = Apigenin-diglucosid und einem Oxyapiin-methyläther	Gelb-lich-weiß, farblos	*Matricaria Chamomilla*	Blüte	Lichtgelbe Nadelbüschel
		Anthemis nobilis	»	Lichtgelbe Sphärite
		Petroselinum sativum	Blatt und Blüte	Lichtgelbe Nadelbüschel und gelbe Sphärite
		Apium graveolens	»	»
Chrysin = 1, 3-Dioxy-flavon	Gelb	*Populus*-Arten	Winter-knospen	Meist eine Unzahl von tiefgelben Schollen, vereinzelt feine Nadeln

Menge	$Fe\,Cl_3$	Bleiacetat	$Ba(OH)_2$	Fehlingsche Lösung	Ammon. $Ag\,NO_3$	Anmerkung
†††	Schwarzgrün	Orangegelb	Gelb ungelöst	Heiß	Kalt reduziert	Neben Quercetin
†††	»	»	»	»	»	Frisch und Herbar
††	»	»	»	»	»	Droge (1875)
††	Gelbgrün	Dunkelgelb	Gelb ungelöst	Heiß	Kalt reduziert	—
††	Braunschwarz	Gelbbraun	Gelb ungelöst	Heiß	Kalt reduziert	+ NH_3 oder verdünnte KOH
††	Blaugrün	»	»	»	»	Gelbgrün-Blauviolett
††	Dunkelgrün	»	»	»	»	—
†††	»	»	»	»	»	—
††	Grünschwarz	Orangerot	Gelbbraun	Heiß reduziert		Droge
††	»	»	Ungelöst	»	»	»
††	Schwarzbraun	Dunkelgelb	Gelb ungelöst	Heiß	Kalt reduziert	Droge und frisch, HNO_3 gelb gelöst
††	Rotbraun	»	»	»	»	Droge, HNO_3 orangegelb
††	»	Gelbbraun	»	»	»	HNO_3 orangegelb, NH_3 orangerot
†††	»	»	»	»	»	» Siehe p. 19
††††	Schmutzigviolett	Dunkelgelb	Tiefgelb	Heiß reduziert		Sehr störend das viele Harz, Populin und Salicin

Flavon	Farbe	Pflanze	Organ	Krystallprodukt mit Salzsäure
Luteolin = Oxyapigenin = 1, 2, 3', 4'-Oxyflavon	Gelb	*Reseda luteola*	Blüte und Blatt	Gelbbraune Nadelbüschel und Sphärite, an der Oberseite wenig, unten viel
		Digitalis purpurea	Blatt	Voll gelber Sphärite
Genistein	Farblos	*Genista tinctoria*	Blüte und Blatt	Gelbbraune Nadelbüschel und große gelbe Sphärite
Morin-1, 3, 3', 4'-Oxyflavonol	Farblos	*Chlorophora tinctoria* *Morus tinctoria*	Gelbholz	Dunkelgelbe Sphärite und lichtgelbe Nadeln
Vitexin	Zitrongelb	*Vitex litoralis*	Blatt	Gelbe Sphärite
Als Glykosid Saponarin	Schwachgelb	*Saponaria offic.*, *Gagea lutea*, *Bryonia dioica* etc.,	Blatt	Gelbliche Sphärite und lichtgelbe Nadelgeflechte
		Madotheca platyphylla	Thallus	
Scoparin = Methoxyvitexin	Hellgelb	*Cytisus scoparius*	Blatt	Lichtgelbe Sphärite und bräunliche Nadelbüschel
Kämpferol = 1, 3, 4'-Oxyflavonol	Hellgelb	*Delphinium consolida*	Blüte	Lange gelbe Nadelbüschel und sehr viele Sphärite
		Prunus spinosa	»	Gelbe Nadelbüschel und Sphärite
		Rhamnus cathartica	Beere	»
		Alpinia officinarum	Rhizom	Gelbe Sphärite
		Polygonum tinctorium	Blatt	Lichtgelbe Sphärite
Robinin, Rhamnoglykosid	Hellgelb	*Robinia pseudacacia*	Blüte	Lichtgelbe Nadeln und Sphärite
Lotoflavin im Nitrilglykosid Lotusin	Gelb	*Lotus arabicus*	Blüte und Blatt	Orangegelbe Krystallklumpen
Scutellarin	Gelb	*Scutellaria*-Arten	Blatt	Gelbe Nadelbüscheln

Menge	Fe Cl_3	Bleiacetat	$Ba(OH)_2$	Fehlingsche Lösung	Ammon. Ag NO_3	Anmerkung
†††	Gelbgrün	Gelb-orange	Dunkelgelb ungelöst	Heiß reduziert		HJ goldgelbe Nadeln, Fig. 8, NH_3 orangegelb gelöst und umkrystallisiert
††	Olivgrün	»	»	»	»	H_2SO_4 orangerot
†††	Gelb-braun-grün	Gelb	Gelb	Heiß reduziert		Neben Luteolin, das aus NH_3 umkrystallisiert
††	Dunkel-oliv	Orange-gelb	Gelb	Kalt reduziert		Droge
††	Braunrot, dann braun-grün	Gelb	Gelb	Heiß reduziert		Herbar
†††	Rötlich-braun	Dunkel-gelb	Dunkel-gelb	Heiß reduziert		Frisch, HCl gelb lösend, H_2SO_4 gelb lösend mit blauer Fluoreszenz, J blau. Siehe p. 22
†	Braun-schwarz	Braun	Braun	Heiß reduziert		+ KOH gelbgrün gelöst + H_2SO_4 gelbgrün gelöst
†††	Schwarz-grün	Orange-gelb	Dunkel-gelb-braun	Kalt reduziert		—
††	»	»	»	»	»	Neben Quercetin
†††	»	»	»	»	»	Neben Rhamnetin
††	»	»	»	»	»	Trocken
††	»	»	»	»	»	Herbar
†††	Schwarz-grün	Orange-gelb	Dunkel-gelb-braun	Kalt reduziert		Frisch
†††	Braun	Orange	Orange	Kalt reduziert		HCl löst hellgelb und läßt gelbe Sphärite ausfallen
†††	Tiefgrün	Rot	Rot + Br grün	Heiß reduziert		Siehe Molisch, l. c.

Tabelle IV.

Pflanzen mit bekannter, aber noch nicht näher studierter Flavonart.

Pflanze	Organ	Menge	Krystallprodukt	Anmerkung
Acer pseudoplatanus	Blüte	††	Gelbe Sphärite, aus Krystallplättchen bestehend	$Fe\,Cl_3$ dunkelgrün, Bleiacetatat gelb krystallisiert, $Ba\,(OH)_2$ orangegelb
Capsella bursa pastoris	»	††	Dunkelgelbe Sphärite	$Fe\,Cl_3$ gelb, Bleiacetat gelborange
Hypericum perfoliatum	Blatt	††	Gelborange Sphärite	$Fe\,Cl_3$ gelbbraun, Bleiacetat gelbrot
Leucojum vernum	Blüte und Blatt	††	Gelbbraune Sphärite	NH_3 tieforange
Lonicera Caprifolium » *Xylosteum*	» » »	†	» »	—
Rosa, gelbe Gartenformen	Blüte	††	Viele gelbe Sphärite	$Fe\,Cl_3$ olivgrün, Bleiacetat orangegelb
Rhamnus cathartica	Rinde	†	Grünlichgelbe Sphärite	Rhamnofluorin
Robinia pseudacacia	Blatt und Rinde	†††	Sehr schöne tiefgelbe Nadelbüschel	Acacetin
Verbena sp.	Blatt	††	Große gelbe Sphärite	$Fe\,Cl_3$ dunkelgelb, Bleiacetat dunkelgelb, Quercitrin?

Tabelle V.

Pflanzen mit neu gefundenem Flavonvorkommen.

Pflanze	Organ	Menge	Krystallisationsprodukt	$Fe\,Cl_3$	Bleiacetat	Reduktion	Anmerkung
Aconitum Lycoctonum	Blüte	†††	Schöne, dunkeloranggelbe Nadelbüschel und Sphärite	Gelbgrün	Orange-gelb	Kalt	$Ba\,(OH)_2$ tiefgelb
Aconitum Napellus	»	††	—	»	»	»	» »
Acacia rostellifera	Blatt	††	Gelbe Sphärite	—	—	—	—
Aesculus Hippocastanum	Fruchtschale	††	Übersät mit kleinen gelbbraunen Sphäriten	Gelb	Gelb	Heiß	Wohl Quercitrin
Anagallis arvensis	Blüte	††	Gelbe Sphärite	—	—	—	—
Aucuba japonica	Blatt	†††	Gelbe und grüne Blattstellen voll gelber Doppelbüschel	Grün	Dunkelgelb	Heiß	Siehe p. 22
Castanea vesca	Fruchtschale	†††	In den Emergenzen sehr viele gelbbraune Sphärite	Tiefgelb	Tiefgelb	»	—
Chamaenerion palustre	Blüte, Blatt	††††	Schöne gelbe Nadelbüschel, meist gelbbraune Sphärite	Gelb	Gelb	»	Quercitrin, frisch und Herbar
Alchemilla alpina	Blüte	†††	Bedeckt mit kleinen gelben Sphäriten	Braungrün	»	»	—
Convolvulus arvensis	»	†††	Voll gelber Nadelbüschel und Sphärite	Grüngelb	»	$Ag\,NO_3$ kalt	—

Pflanze	Organ	Menge	Krystallisationsprodukt	Fe Cl_3	Bleiacetat	Reduktion	Anmerkung
Convolvulus tricolor var. *subcoeruleus*	Blüte und Blatt	†††† †	Übersät mit gelben Sphäriten	Braun-grün	Orange-gelb	Schon kalt	Ba $(OH)_2$ dunkelgelb, ungelöst
Digitalis ambigua und *lutea*	Blüte	††	Viele gelbe Sphärite	Gelb-grün	Gelb-orange	Heiß	Wohl Luteolin
Gentiana germanica	»	††	Schöne gelbe Nadelbüschel	—	—	—	Derselbe Körper, den Molisch fand [1]
Gentiana austriaca	»	††	Gelbe Sphärite	Gelbgrün	Gelb-orange	Heiß	»
Godetia sp.	»	†††	Große gelbe Nadelbüschel und Sphärite	Grün	Gelb	Kalt	In NH_3 tiefgelb umkrystallisiert
Lathyrus silvester	»	†	Gelbe Nadelbüschel		—	—	—
Lysimachia vulgaris	»	††	Gelbe Sphärite und Nadelbüschel	Gelb-braun	Orange	Warm	—
Lotus corniculatus	»	†††	Sehr schöne dunkelgelbe Nadelbüschel	Braun-grün	Ziegelrot	Heiß	—
Ononis spinosa	»	†††	Gekrümmte gelbbraune Nadelbüschel	Dunkel-gelb	Gelb	»	Quercitrin? Fig. 2
Parnassia palustris	»	††	Gelbe Krystallbüschel	—	—	—	Gewebe voll brauner gelappter Idioblasten [2]
Phaseolus multiflorus	»	††	Gelbe Sphärite	—	—	—	—

Pimpinella saxifraga	—	—	Mächtige gelbe Säulen mit aufsitzenden Nadeln	—	—	—	—
Polygonum amphibium	Blüte	††	Gelbe Krystallbüschel	Braun-grün	Gelb-orange	Heiß	Ba $(OH)_2$ gelbbraun ungelöst
P. aviculare	»	††	» »	»	»	»	»
Polygonum bistorta	»	†††	Sehr viele gelbe Drusen, aus großen Säulen zusammengesetzt	»	Orange	»	»
P. minus	»	††	Gelbe Sphärite	»	»	»	»
P. viviparum	»	††	» »	»	»	»	»
Reseda lutea	»	††	Gelbbraune Sphärite	Gelbgrün	Dunkel-gelb	»	Wohl Luteolin
Thesium montanum	Blüte und Blatt	††††	Voll schöner gelber Nadelbüschel	—	—	-	Fig. 1
Trifolium campestre	Blüte	†††	Voll gelber Nadelbüschel und Sphärite	Dunkel-grün	Orange	Fehling heiß, Ag NO_3 kalt	Vielleicht ein Quercetin-methyläther wie in *Trifolium montanum*
» *hybridum*							
» *medium*							
» *montanum*							
» *mutabile*							
» *pallidum*							
» *pannonicum*							
» *patens*	»						
Valeriana sambucifolia		††	Gelbbraune Nadelbüschel	—	—	-	—

[1] Molisch H., Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze, 8. Über organische, krystallisierende Stoffe in *Gentiana germanica* Willd. Bericht der Deutschen bot. Ges., 1917, Bd. 35, p. 654—656.

[2] Nach der Salzsäurebehandlung sieht man im Gewebe zahlreiche Idioblasten von merkwürdiger Gestalt braun gefärbt, dazwischen zahlreiche gelbe Nadelbüschel und Sphärite, Fig. 10. Der Inhalt der Idioblasten wurde nicht näher untersucht, scheint aber Gerbstoff zu sein (Eisengrünung).

Jedenfalls wird man aus den Tabellen den Eindruck gewinnen, daß eine große Gruppe von Pflanzenstoffen bisher mikrochemisch nicht greifbar war; sie hat ja auch nur zu oft wegen der Grün-, Braun- oder Schwarzfärbung mit Eisensalz Anlaß zur beliebten Verwechslung mit Gerbstoffen gegeben. So dürfte auch das Flavon in *Aucuba* Czapek[1] zur Verwechslung mit Chlorogensäure verleitet haben, wie schon Freudenberg in einem Brief an Molisch annahm.

Spezialreaktionen.

Schließlich seien noch einige Spezialreaktionen angeführt, die zur näheren Charakteristik mancher Flavone in den wenigen Fällen, wo die anderen Proben nicht eindeutig sind, geeignet erscheinen.

So ist das Saponarin durch die Untersuchungen von Dufour[2] und Barger[3] sehr schön nachweisbar. Denn dieses Glykosid gibt mit Jodpräparaten (Jodwasser, Jodjodkali und Jodtinktur) blauviolette Färbung, die beim Erhitzen verschwindet und beim Abkühlen wiederkehrt. Mit Jodalkohol erhält man auch nicht selten Krystalle, die zu rotvioletten Sternaggregaten oder einem feinen Haarfilz angeordnet sind. So konnte Molisch in einem einzigen Lebermoos (*Madotheca platyphylla*)[4] und Kozlowski[5] in einem Laubmoos (*Mnium cuspidatum*) Saponarin nachweisen. Ich verwendete Jodessigsäure (Jod in Essigsäure) bis zur lichtbraunen Färbung und konnte damit immer und sicher herrliche rotviolette Sternaggregate und den Haarfilz bekommen, der bei Wasserzusatz unter tiefblauer Farbe langsam gelöst wird (Fig. 9).

Das Chrysin aus den Pappelknospen ist wegen des dickflüssigen Harzes schwer zu krystallisieren; übrigens stört auch das reichlich vorhandene Populin und Salicin (farblos und reichlich krystallisiert), siehe Tabelle III.

Freilich ist es so spezifisch, daß es kaum verwechselt werden wird. Seine Eisenfärbung ist braunviolett, also mit anderen Flavonen ein Irrtum nicht möglich. Mit Brom oder Jod erhält man nach Alkoholzusatz am Rande des Präparates leichte hellgelbe Nadeln.

Mit rauchender Salpetersäure entstehen hellrote Krystalle, die in Alkali leicht mit orangegelber Farbe löslich sind. Am leichtesten

---

[1] Czapek F., Zur Kenntnis der silberreduzierenden Zellsubstanzen in Laubblättern. Ber. d. D. bot. Ges., Jg. 1920, p. 246. Vgl. dazu Molisch H., Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, Bd. 127, 1918, und Molisch H., Zur Silberreduktion der Chlorophyllkörner, Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 39, 1921, H. 4.

[2] L. c.

[3] L. c.

[4] Molisch H., Über das Vorkommen von Saponarin bei einem Lebermoos (*Madotheca platyphylla*). Ber. d. D. bot. Ges., 1911, Bd. 39, p. 487.

[5] Kozlowski M. A., Sur la saponarine chez le *Mnium cuspidatum*. Compt. rend. de l'Acad. des sciences, 1921, p. 429.

und schönsten krystallisiert das Chrysin aus Ammoniak-Alkohol (1 : 1) in leuchtend dunkelgelben Kugelsphäriten, die im polarisierten Licht das dunkle Kreuz geben.

Endlich sind das Apiin und Apigenin, deren farblose bis hellgelbe Nadelbüschel wenig charakteristisch sind, durch die Nitroverbindung gut zu bestimmen. Bei Zusatz von konzentrierter Salpetersäure erhält man sofort im Gewebe eine orangerote Färbung, manchmal auch orangegelbe Nädelchen am Rande des Deckglases.

Es war im vorliegenden hauptsächlich beabsichtigt, eine allgemeine Methodik für den Nachweis und die Identifizierung der Flavone zu geben; die weitere Verbreitung im Pflanzenreich (sie sind viel weiter verbreitet, als man meist annimmt), ihre Verteilung und Wandlung im Organismus sollen auf Grund der bisherigen Erfahrungen in der Folge studiert werden.

Zusammenfassung.

Der mikrochemische Nachweis der Flavone in der Pflanze hat trotz der genauen chemischen Kenntnis dieser Stoffe bisher gefehlt.

Es ist nun gelungen, eine einheitliche Methode zur Krystallisation der ganzen Körperklasse auszuarbeiten. Die Halogensäuren, besonders Salzsäure, scheiden, wenn man sie unter dem Sublimationsring bei zirka 40° Wärme auf flavonhaltige Gewebsstückchen einwirken läßt, diese Stoffe lokalisiert in schön krystallisierter Form ab.

Die Probe gelingt nicht nur an frischen, sondern auch trockenen Pflanzenteilen aus Herbarmaterial oder Drogen.

Die so krystallisierten Körper konnten durch ihre Löslichkeitsverhältnisse als Flavone bestimmt und durch spezielle Reaktionen, Färbung mit Eisenchlorid, Bariumhydroxyd und Bleiacetat sowie durch die Reduktionsproben mit Fehling'scher Lösung und ammoniakalischem Silbernitrat zu den einzelnen Flavonen eingeteilt werden.

Mit dieser Methodik wurden die genau bekannten Flavone in der Pflanze identifiziert, in allen Pflanzen mit wenig bekannten Flavonen diese dargestellt und auch in vielen Pflanzen solche neu gefunden (von ungefähr 100 untersuchten in 37).

Außerdem wurden für einige Flavone gut brauchbare Spezialreaktionen angegeben. Damit ist die Möglichkeit gegeben, diese weit verbreitete Gruppe von Pflanzenstoffen histochemisch zu verfolgen, zu bestimmen und die vielfachen Verwechslungen mit anderen Stoffen, besonders Gerbstoffen, zu vermeiden.

Figurenerklärung.

Fig. 1. *Thesium montanum*, Blattepidermis mit durch Salzsäuredampf krystallisiertem Flavon. Vergr. 460.

Fig. 2. *Ononis spinosa*, Corolle, HCl, Flavonnadeln, Vergr. 460.

Fig. 3. *Viola tricolor*, Corolle, Salzsäuredampf, Violaquercitrinkrystalle. Vergr. 225.

Fig. 4. *Viola tricolor*, Corolle, Bromwasserstoff. Flavonkrystalle am Rande des Präparates strauchförmig angeschossen. Vergr. 125.

Fig. 5. Rhamnetinkrystalle in Garben aus den Beeren von *Rhamnus cathartica* mit HCl. Vergr. 460.

Fig. 6. *Cheiranthus Cheiri*, Corollepidermis mit Sphäriten von Quercetin im Gewebe und Nadeln am Rande nach Jodwasserstoffeinwirkung. Vergr. 225.

Fig. 7. Quercitrin, Nadelbüschel aus der Rinde von *Pirus malus* mit Salzsäuredampf. Vergr. 325.

Fig. 8. *Reseda luteola*, Luteolinsphärite und Nadelbüschel in der Corollepidermis mit HCl. Vergr. 125.

Fig. 9. Saponarinkrystalle von *Saponaria officinalis* mit Jodeisessig am Rande des Präparates. Vergr. 285.

Fig. 10. *Parnassia palustris*, Corollepidermis mit Flavonsphäriten und einem Idioblasten (wahrscheinlich mit Gerbstoff), HCl. Vergr. 285.

Für die Anfertigung der Zeichnungen bin ich Herrn Assistenten J. Kisser zu großem Dank verpflichtet.

Klein G.: Histochemischer Nachweis der Flavone.





Über die Lebensdauer sclerotisierter Zellen

Von

Hermine Puchinger

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien
Nr. 170 der zweiten Folge

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 26. Jänner 1922)

Einleitung.

Wie lange sclerotisierte Zellen nach ihrer vollkommenen Ausbildung noch aktives Leben zeigen, — Kern und Protoplasma enthalten — war bisher nicht Gegenstand spezieller Beobachtung. Um die Entstehung und Lebensdauer dieser Zellen zu bestimmen, stellte ich bei Sclereiden verschiedener Art Untersuchungen an.

Die bisherige Literatur befaßt sich der Hauptsache nach mit der physiologischen Bedeutung der Sclereiden. Haberlandt[1] und Strasburger[2] sprechen nur im allgemeinen über das Entstehen sclerotisierter Idioblasten durch nachträgliche Sclerose von Parenchymzellen, den Bau der sclerotisierten Zellwand und die Funktion des Sclerenchyms im pflanzlichen Organismus. Tschirch[3] betont die Morphologie der Sclereiden und die diagnostische Bedeutung ihrer Gestalt; als Inhalt nimmt er ein zartes Plasmahäutchen, Zellsaft oder Luft an. Das Vorkommen eines Zellkernes wird hier nicht erwähnt.

Treub[4] beobachtete im Marke des Stammes von *Ochrosia coccinea* langgestreckte Zellen, deren Wände eine bedeutende Ver-

---

[1] Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1896, p. 141.

[2] Strasburger, E., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena 1905, p. 64, 151.

[3] Tschirch, A., Angewandte Pflanzenanatomie. I. Bd., Wien—Leipzig 1889, p. 300.

[4] Treub, M., Sur des cellules végétales a plusieurs noyaux. 1879. Extrait des Archives Neerlandaises. T. XV.

dickung erfahren; sie enthalten in jugendlichem Zustand zumeist mehrere Kerne; nach erfolgter Wandverdickung ließen sich die Zellkerne jedoch nicht mehr unterscheiden. Nur bei Bastfasern wurde die Erhaltung von Plasma und Kern beobachtet und im Baste älterer Pflanzen auch häufig das Auftreten mehrerer, ja zahlreicher Kerne festgestellt, so bei *Urtica urens*[1] und *Begonia rex.*[2] Letztere zeigt in Bastfasern, welche die Gefäßbündel älterer Blätter begleiten, durch Regeneration entstandene Teilzellen mit kleinen Kernen. Allgemein wurde das Sclerenchym, ob es nun in Gruppen oder als einzelne Idioblasten auftritt, nur als spezifisch mechanisches Gewebe behandelt; Wachstum und Ausbildung der sclerotisierten Zellen wurde nur insoweit berücksichtigt, als diese ihren Ausdruck in der Konstruktion der Zellwand fanden. Ein Hauptgrund für diese einseitige Beobachtung mag auch darin liegen, daß sclerotisierte Gewebe hauptsächlich in Rinde und Samenschale auftreten, die meist vom Standpunkt der Pharmakognosie und Rindenanatomie aus untersucht werden; größtes Gewicht wurde daher auf die Chemie des Zellinhaltes und der gespeicherten Reservestoffe gelegt.

Methodik.

Einen Protoplasten konnte ich häufig weder durch Plasmolyse noch Tinktion feststellen, auch wenn ein vollkommen erhaltener Kern in der Zelle vorhanden war. Plasmolysierungsversuche versagten stets bei Sclereiden mit sehr zahlreichen und langen Porenkanälen, während bei Zellen mit wenigen Poren auch trotz starker Wandverdickung noch Plasmolyse eintrat. Bei einigen Objekten mag auch die Veränderlichkeit der Permeabilität während der verschiedenen Jahreszeiten Ursache des Unterbleibens einer Kontraktion gewesen sein.[3] Den Protoplasten durch Färbung festzustellen gelang nur in einem einzigen Fall, wo eben der Plasmabelag noch in solcher Stärke vorhanden war, daß seine Konturen nicht vollkommen mit denjenigen der Zellwand zusammenfielen. Da sich die verholzte Zellwand meist stärker färbte als das anliegende Plasma, bot diese Methode überhaupt wenig Aussicht auf Erfolg und ich mußte mich in den meisten Fällen auf die Färbung des Kernes beschränken.

Hierzu nahm ich Färbungen mit Neutralrot, Methylgrünessigsäure und Methylenblau vor; da die beiden letzteren Farbstoffe das Holz so stark tingierten, daß eine distinkte Färbung des Kernes unmöglich wurde, wandte ich sie nur in seltenen Fällen an. Bessere Ergebnisse brachte das Einlegen der Schnitte in Kaliumbichromat und Nachbehandlung derselben mit 2 % Salzsäure. Der Kern hob sich bei dieser Methode durch Quellung seiner Wand scharf vom umgebenden Zellinhalt ab. Ebenso ließ sich auch Nilblau in günstiger Weise verwenden, da es die verholzten Zellwände fast nicht färbte. Den gleichen Vorteil bot die Anwendung von Hämatoxylin; diese Färbung erfolgte: 1. nach Beizung mit Eisenalaun, 2. mit Hämateïn-Ammoniak, 3. durch Einlegen der Präparate in eine Lösung von Hämatoxylin in Phenol.

---

[1] Kallen, F., Verhalten des Protoplasmas in den Geweben von *Urtica urens*. Flora 65. Jahrg., Nr. 6. — Treub, M., l. c., p. 16.

[2] Haberlandt, G., Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beiträge zur allgemeinen Botanik. II. Bd., 1921, Heft I, p. 44.

[3] Fitting, H., Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. 56. Bd., 1915, p. 16.

Bei den sehr stark verdickten Sclereiden, die in größeren Verbänden auftreten, — z. B. bei Birne und in Samenschalen, — war die letzte Methode sehr günstig, da das Phenol die Zellwände stark aufhellte und dadurch die Präparate viel klarer und übersichtlicher wurden.

Versuchsweise legte ich auch Schnitte von Hoya in 3% Silbernitratlösung[1] und erreichte eine dunkelbraune bis schwarze Färbung des Kernes, die allerdings durch baldige Schwärzung der Zellwand und des übrigen Zellinhaltes verschwand.

Bei *Podocarpus* ließ sich durch Behandlung mit Kupferoxyd-Ammoniak eine blaugrüne Färbung des Zellkernes hervorrufen, während Zersetzung des plasmatischen Inhaltes eintrat.

Färbungen mit Jod erwiesen sich nicht als stichhaltig, da sich die gesamte Oberfläche der Zellwand und des Zellinhaltes vollkommen mit Jod infiltrierte.

Eigene Untersuchungen.

Untersuchungen stellte ich bei folgenden Pflanzen an:

Podocarpeae	*Podocarpus* sp.
Staticeae	*Statice articulata*
	» *brassicifolia*
Theaceae	*Thea japonica*
Araucarieae	*Agathis Dammara*
Tamaricaceae	*Tamarix tetrandra*
Viburneae	*Viburnum lantana*
	» *prunifolium*
Cornoideae	*Cornus mas*
Rosaceae	*Rosa agrestis*
	Pirus communis
	Prunus armeniaca
	» *cerasus*
Cynanchoideae.....	*Hoya crassifolia*
Grevilleeae	*Hakea suaveolens*
Araceae	*Scindapsus pictus*
	Monstera deliciosa (Philodendron).

Diese Pflanzen enthielten alle Formen der Sclereiden, von den noch isodiametrischen, welche die ursprüngliche, parenchymatische Form fast ganz beibehielten, bis zu den geradezu grotesk verzweigten Idioblasten in *Thea, Statice, Agathis* und den bereits zu den Fasern überführenden, H-förmigen Zellen von *Scindapsus* und *Monstera*. Es sind auch die physiologisch den verschiedensten Zwecken dienenden Formen vertreten.

---

[1] Molisch, H., Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. Wien 1918.

Ich trachtete die Versuche auf eine möglichst weite Entwicklungsdauer der betreffenden Zelle auszudehnen, um einerseits auf die ursprüngliche Form der Sclereiden zu stoßen, andererseits das Wachstum zu verfolgen. Bei immergrünen Pflanzen stellte ich die Beobachtungen an mehrjährigen Blättern an; in Stämmen verfolgte ich die Entwicklung der Sclereiden vom Vegetationspunkt abwärts.

Spezielles.

Podocarpeae. Podocarpus sp. Stamm.

Bei *Podocarpus* treten die Sclereiden einzeln im Marke des Stammes auf. Sie behalten im allgemeinen ihre parenchymatische Gestalt bei, zeigen aber — namentlich in den ersten Stadien der Verholzung — stärkeres Längenwachstum als die umgebenden Parenchymzellen. Zur Untersuchung gelangten ein- bis vierjährige Stämme. Die Wandverdickung in den zu Idioblasten sich entwickelnden Zellen beginnt schon in sehr geringem Abstand von der Vegetationsspitze. Die sclerotisierten Zellwände zeigen sehr deutliche Schichtung und zahlreiche Porenkanälchen und erreichen in älteren Internodien eine ganz außerordentliche Stärke. In den Sclereiden eines einjährigen Sprosses ließen sich in den meisten Fällen ovale, linsenförmige Kerne feststellen. Die Färbungen erfolgten mit Kaliumbichromat, Neutralrot und Hämatoxylin. In den älteren Internodien waren zwar noch vollkommen intakte Zellkerne, ebenso granuliertes Plasma vorhanden, doch blieben Versuche mit Kaliumnitrat und zehnprozentiger Salzsäure Plasmolyse hervorzurufen, ergebnislos. Zellkerne ließen sich bei *Podocarpus* noch in vierjährigen Stämmen feststellen. Plasmolyse gelang auch in einjährigem Sproß nicht.

Theaceae. Thea japonica. Blatt.

Hier finden sich Sclereiden im Blatt, hauptsächlich den Hauptnerv begleitend. Sie sind auf Parenchymzellen zurückzuführen, die förmliche Seitenäste in die Inter-

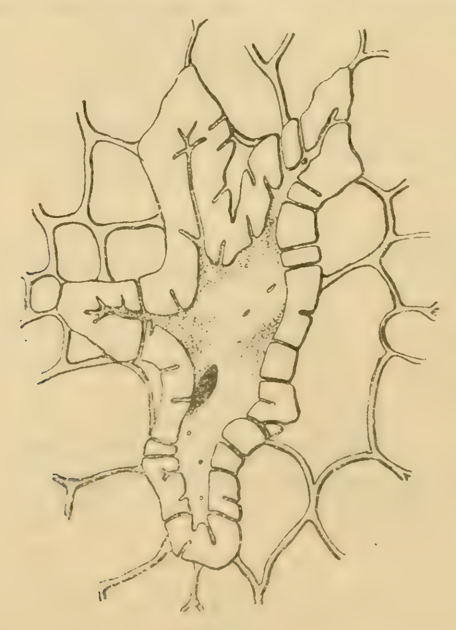


Fig. 1.
Thea japonica, Sclereide in dreijährigem Blatt (nach Behandlung mit Kaliumbichromat).

zellularräume des Schwammparenchyms treiben und auf diese Weise die auffallende, geweihartige Form erlangen. Verholzung und Dickenwachstum der Zellwände gehen

sehr rasch vor sich. Kerntinktionen erfolgten mit Methylgrün, Jodwasser und Kaliumbichromat. Der Zellkern ist linsenförmig und enthält zumeist zwei Nucleolen. In allen Sclereiden waren, hauptsächlich in den Seitenästen, Anhäufungen von feinkörnigem Plasma vorhanden. Plasmahäutchen und Plasmodesmen ließen sich dagegen nicht feststellen.

Zellkerne wurden in ein- bis dreijährigen Blättern nachgewiesen.

Araucarieae. Agathis Dammara. Blatt.

Auch bei *Agathis* zeigen die Sclereiden stern- und geweihartige Form. Vornehmlich treten sie im mittleren Teil der Blattspreite auf. Das Vorhandensein von Zellkern und Protoplasten konnte auch in ganz jungen Blättern nicht nachgewiesen werden; nur Reste des Plasmabelages ließen sich in einigen Sclereiden feststellen. Die bei diesem Objekt ebenfalls stark verholzten Schließzellen enthielten hingegen durchwegs Kerne von normaler Größe.

Tamaricaceae. Tamarix tetrandra. Stamm.

Im Bast und Mark von *Tamarix* liegen Sclereiden in Nestern oder auch einzeln eingelagert. Sie unterscheiden sich im allgemeinen vom umgebenden Parenchym nur durch ihre sclerotisierten, sehr porösen Wände. Da die Zellwand sich mäßig verdickt, bleiben die Porenkanälchen relativ kurz und ließ sich noch im zweijährigen Stamm Kontraktion des Protoplasten hervorrufen. Der Zellkern wurde durch Zusatz von Methylenblau zu gesättigter Salpeterlösung bei gleichzeitiger Plasmolyse gefärbt. Er ist ziemlich klein, eiförmig und enthält einen unscheinbaren Nucleolus.

Kernfärbung und Plasmolyse gelangen nur in ein- und zweijährigem Stamm.

Staticeae.

Von *Statice*-Arten standen mir für die Untersuchung nur *Statice articulata* und *St. brassicifolia* zur Verfügung. Letztere mußte hier ausgeschaltet werden, da sie zwar einen außergewöhnlichen Reichtum an Sclerenchymfasern in den Gurtungen der Gefäßbündel aufwies, sclerotisierte Idioblasten in der Pflanze aber nicht vorkamen.

Statice articulata. Blatt.

Bei *Statice articulata* traten die Sclereiden, stern- und geweihartig verzweigt, hauptsächlich in Blattspitze und Blattgrund auf. Im übrigen wird die Blattspreite nur durch eine stark verdickte Epidermis versteift.

Mit Methylgrün tingierte Sclereiden zeigten reichlich plasmatischen Inhalt und spindelförmige Kerne von auffallender Größe. Die Schnitte entstammten teilweise bereits absterbenden Blättern; also stirbt hier offenbar die Steinzelle gleichzeitig mit dem umgebenden Parenchym oder wenigstens nur kurze Zeit vorher ab. Die Lebensdauer der Sclereiden deckt sich daher mit einer Vegetationsperiode der Pflanze.

Viburneae. Viburnum lantana. Stamm und Frucht.

Viburnum lantana bot im Bastparenchym des Stammes und in der völlig verholzten Samenschale ein sehr günstiges Versuchsobjekt. Im Stamme erfahren die Zellen in vielen Fällen mit eintretender Verholzung eine Streckung über fast zwei Zellschichten. Die Verdickung der Zellwand schreitet stellenweise, namentlich in Sclereiden älterer Stammteile, fast bis zum vollkommenen Schwinden des Lumens vor.

Die Zellwände sind von zahlreichen Porenkanälen durchzogen. Darauf ist vermutlich das Fehlschlagen aller Plasmolysierungsversuche zurückzuführen.

Die Zellkerne ließen sich durch Behandlung mit Hämateïn-Ammoniak feststellen. Bei Präparaten aus einem zweijährigen Zweig versuchte ich kurzes Einlegen des Materials in 3% Silbernitrat. Der Kern färbte sich auf diese Weise schwarzbraun, verlor aber infolge der nach und nach allgemeinen Schwärzung des Zellinhaltes sein auffallendes Aussehen. Die Zellkerne sind fast kugelig, mit stark körniger Struktur.

Die Samenschale wird bei *Viburnum* durch mehrere Schichten außerordentlich stark verdickter Sclereiden gebildet. Die dem Exocarp anliegenden Zellen behalten dauernd ein bedeutend größeres Lumen als die innerste, den Samen umgebende Zellschichte, deren Längsrichtung außerdem entgegengesetzt zur Richtung der übrigen Sclereiden läuft. Die Zellkerne sind auch in den englumigen Sclereiden erhalten. Sie zeigen stark schwammige Struktur und sind mit Rücksicht auf das enge Lumen mancher Zellen auffallend groß. Durch Einlegen der Schnitte in Phenol und Zusatz von Hämatoxylinkristallen oder Tinktion mit Hämateïn-Ammoniak färbten sich die Zellkerne blauviolett; das Plasma nahm eine bläuliche Färbung an.

Die Idioblasten des Stammes enthielten noch im zweijährigen Material einen intakten Zellkern. Die Sclereiden des Endocarps wiesen nur bis zur vollkommenen Ausbildung des Samens, also in etwa ein bis zwei Monate alten Früchten, Kern und Plasma auf.

Viburnum prunifolium. Stamm.

Viburnum prunifolium zeigt sclerotisierte Zellen im Mark. Und zwar ergreift die Sclerose in älteren Teilen des Stammes ziemlich weite Strecken. Die Verholzung beginnt sehr früh und betrifft gruppenweise zwei bis drei Nachbarzellen gleichzeitig. Die später verholzenden Zellen zeichnen sich schon in jüngeren Stadien durch große, aber keineswegs zahlreiche Poren aus. Besonders rasch geht die Wandverdickung in den Nodien vor sich. An diesen Stellen wird auch die sonst regelmäßige Gestalt der Zellen entsprechend der Richtung der Seitentriebe verzerrt.

Plasmolyse mit Kaliumnitrat gelang bei Präparaten aus ein- und zweijährigen Stämmen. Die Kernfärbung erfolgte mit Hämatoxylin in Phenol; die Zellkerne sind rund bis spindelförmig, leicht abgeflacht und enthalten ein oder zwei Nucleolen. Das Vorhandensein von Plasma und Zellkern ließ sich in den Sclereiden von *Viburnum prunifolium* nur in ein- und zweijährigen Internodien feststellen.

Cornoideae. Cornus mas. Frucht.

Hier besteht im Gegensatz zu *Prunus cerasus* und *Pr. armeniaca*, das Endocarp aus langgestreckten, trotz der starken Wandverdickung, großlumigen Zellen. Die Streckung der Sclereiden erfolgt, wie bei *Viburnum*, nach verschiedenen Richtungen. Längs der den Samen einschließenden Höhlung nehmen die Zellen fast faserartige Gestalt an. Die übrigen Sclereiden des Pericarps weisen durchschnittlich eine Wanddicke von 1 μ auf. Sie enthalten ziemlich viel plasmatische Massen, die sich bei Tinktion mit Hämatoxylin blau färben. Die Zellkerne sind in den meisten Zellen erhalten, haben spindelförmige Gestalt und führen ein mitunter zwei Kernkörperchen. Der Versuch, Plasmolyse in diesen Sclereiden hervorzurufen, blieb ergebnislos. Zellkerne und Anhäufungen von körnigem Plasma fanden sich, auch noch nach Ausbildung des Samens, in zwei bis zweieinhalb Monate alten Früchten.

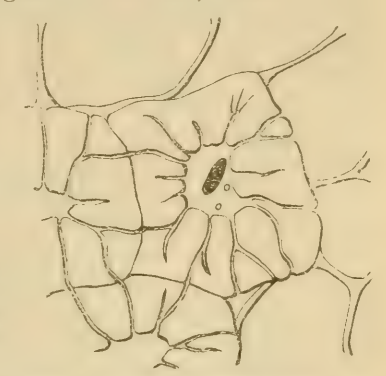
Rosaceae. Rosa agrestis. Stamm.

Bei *Rosa* treten im Marke sclerotisierte Zellen einzeln und in Nestern auf. Die Verholzung beginnt schon in den jüngsten Stammteilen; die Wandverdickung nimmt jedoch nur während der ersten Vegetationsperiode zu. Das Lumen der Zellen

bleibt daher zeitlebens ziemlich groß. Trotz der zahlreichen Porenkanäle ließ sich bei einjährigem Material mit Kaliumnitrat sehr rasch Plasmolyse erzielen. Bei Zusatz von stark verdünntem Methylenblau färbte sich der kontrahierte Protoplast schwach blaugrün, der Kern blau; Färbungen mit Hämatoxylin ergaben nur eine schwache Blaufärbung des Kernes; der Zellkern ist linsenförmig und enthält ein sehr stark lichtbrechendes Kernkörperchen. Das Vorhandensein des Kernes ließ sich noch im zweijährigen Stamm nachweisen.

Pirus communis. Frucht.

Die sclerotisierten Zellen im Parenchym der Birne waren kein sehr günstiges Versuchsobjekt, da sich die Zellwände sehr rasch verdicken und das Lumen bald fast vollkommen schwindet. Zur Untersuchung gelangten Holzbirnen, Edelobst und zwischenliegende Formen. Der Grad der Wandverdickung war zwar bei all diesen gleich, doch konnten Zellkerne in den Sclereiden der Holzbirnen bedeutend häufiger und auch noch in älteren Zellen nachgewiesen werden. Hauptsächlich fanden sich Kerne in einzeln ins Parenchym vorgeschobenen Idioblasten und in den Randzellen der Sclereidennester. Deutlicher Plasmabelag und offenbare Zerfallsprodukte von Zellkernen waren sehr häufig vorhanden. Vollkommen erhaltene Kerne traf man noch in Zellen, deren Wanddicke bis 1·3 μ betrug; daß Plasmolyse in diesen Sclereiden nicht gelang, ist jedenfalls auf die zahlreichen langen und stark verzweigten Porenkanälchen zurückzuführen. Die betreffenden Versuche wurden mit gesättigter Lösung von Kaliumnitrat und 50% Kalilauge vorgenommen. Die Untersuchungen erfolgten bei ein- bis eineinhalb Monate alten Früchten.



Pirus communis, Steinzelle im Fruchtfleisch einer eineinhalb Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Prunus armeniaca. Frucht.

Hier erstreckte ich die Versuche auf etwa eineinhalb bis zwei Monate alte Früchte. Bis zu diesem Zeitpunkt waren Kerne in den Zellen des Endocarps allgemein nachzuweisen. Sobald der Samen seiner endgültigen Ausbildung entgegengeht, stirbt das verholzte Endocarp langsam ab Die längste Lebensdauer besitzen die an die Chalaza angrenzenden Zellgruppen. Verholzung und Dickenwachstum der Wand beginnen in den äußersten und innersten Zellschichten des Endocarps, während die dazwischenliegenden Schichten noch parenchymatischen Charakter beibehalten. Gruppen von Sclereiden treten allerdings auch in letzteren inselartig, wie im Fruchtfleisch der Birne, auf. Beobachtungen an jüngerem und älterem Material ergaben, daß auch nach Vollendung des Dickenwachstums der Zellwände der Kern unverändert erhalten bleibt. Die Wand der Sclereiden ist sehr porös, ihre Stärke schwankt zwischen 0·5 und 0·9 μ. Die Kernfärbung erfolgte mit Hämatoxylin. Der Zellkern ist linsenförmig, besitzt einen Durchmesser von 0·6 μ und zeigt eine grobkörnige Struktur. Ein Plasmahäutchen ließ sich weder durch Färbung noch Plasmolyse feststellen. Vermutlich war es bereits in Auflösung begriffen; denn Anhäufungen von granuliertem Plasma fanden sich noch in zahlreichen Zellen.

Prunus cerasus. Frucht.

Im Endocarp der Kirsche erreichen die Steinzellen nach etwa eineinhalb Monaten ihre endgültige Gestalt. Sie sind bereits ihrer ursprünglichen Anlage nach bedeutend kleiner als die Sclereiden im Endocarp der Aprikose. Auch hier schreitet

die Verholzung und Verdickung der Zellwände von den äußeren Schichten nach dem Inneren der Samenschale vor. Die Zellen des Endocarps führen nur so lange Kern und Plasma, als der Samen in Bildung begriffen ist. Geht dieser seiner Vollendung entgegen, sterben die Sclereiden der Samenschale ab. Bei Färbung mit Hämatoxylin in Phenol färbt sich der Kern lichtblau, der Nucleolus schwärzlich. Plasmolyse gelang bei diesem Objekt nur in den jüngeren Stadien der Steinzellen. Am längsten erhalten bleiben auch hier Zellpartien in der Umgebung der Chalaza. Dort finden sich noch bei zwei Monate alten Früchten Zellen, die einen vollkommen intakten Kern mit klar hervortretendem Nucleolus enthalten.

Araceae. Scindapsus pictus. Blatt.

Verdickung der Membran erfolgt hier bei faserartigen Zellen im Blatt. Sehr häufig anastomosieren diese untereinander und nehmen dadurch eine H-förmige Gestalt an. In Stamm und Luftwurzel von *Scindapsus* fanden sich keine sclerotisierten Idioblasten.

Die Fasern erreichen eine Länge von mehreren Millimetern; die Verdickung ihrer Zellwände geht so weit, daß das Lumen stellenweise nur auf einen zarten Kanal reduziert, oder sogar vollkommen geschlossen wird. Wenn das Lumen der Zellen auf längere Strecken in normaler Weise erhalten bleibt, bilden sich sehr feine Querwände aus, durch die die Faser in mehrere Teilzellen zerlegt wird. Diese Teilzellen enthalten meist jede einen Kern von normaler Größe. Analoge Vorgänge wurden von Haberlandt[1] bei *Begonia rex* konstatiert und auf Regeneration der Zellen zurückgeführt. Auch bei *Scindapsus* ist die sekundäre Zellteilung nur auf ältere Fasern beschränkt. Die Bildung der Sclereiden setzt im mittleren und untersten Teil der Blattspreite ein. Hier trifft man daher auf die meisten Fasern, welche Zellteilung zeigen. In den Sclereiden ließ sich fast durchwegs ein Plasmahäutchen feststellen; bei den jüngeren Fasern wurde die Plasmolyse mit 20% Kaliumnitrat, in den älteren Sclereiden mit konzentriertem Glyzerin vorgenommen. Der Kern ist oval und enthält einen auffallend lichtbrechenden und großen Nucleolus. Durch Zusatz von Neutralrot ließ sich der Kern bei gleichzeitiger Plasmolyse gut färben. Bei fixiertem Material erfolgte die Kernfärbung mit Hämatoxylin.

Monstera deliciosa (Philodendron). Luftwurzel.

In der primären Rinde der Luftwurzel von *Monstera deliciosa* treten zahllose, faserförmige Idioblasten auf. Diese zeigen einen eigentümlichen, etwa in der Mediane der Zelle entspringenden, schlauchartigen Fortsatz, der sich zwischen die benachbarten Zellen einschiebt und auf diese Weise die Faser im Parenchym verankert. Es läge auch die Vermutung nahe, daß diese Zellfortsätze ebenso, wie bei *Scindapsus*, den Zweck haben, eine Verbindung zwischen zwei Sclereiden herzustellen; doch wurden derartige H-förmige Zellen hier nicht gefunden. Die Entwicklung der Sclereiden beobachtete ich von der Wurzelspitze aufwärts; sie sind auf parenchymatische Zellen zurückzuführen, deren Querwände wie bei jungen Bastzellen dachförmig abgeschrägt sind. Später schieben sie sich durch gleitendes Wachstum zwischen die angrenzenden Parenchymzellen ein. In diesen jungen Zellen sind die Kerne leicht ohne Färbung zu beobachten. Die stark verdickten Fasern enthalten aber in den meisten Fällen nur mehr körnige Plasmamassen. Da die Sclereiden bereits in sehr jungen, etwa drei Wochen alten Teilen der Wurzel ihre vollkommene Ausbildung erfahren, ließen sich nur in noch geringem Abstand von der Wurzelspitze Zellkerne in den Fasern feststellen; sie sind ebenso, wie die Kerne des Parenchyms, linsenförmig und enthalten einen sehr großen, stark lichtbrechenden Nucleolus. Mit Hämatoxylin tingierten sich in älteren Sclereiden auch Zerfallsprodukte in Auflösung begriffener Kerne. Plasmolyse wurde mit 20% Kaliumnitrat und 50% Kalilauge versucht; meine Bemühungen in dieser Richtung blieben aber auch bei noch fast unverdickten Fasern ergebnislos.

---

[1] Haberlandt, G., l. c., p. 44.

Cynanchoideae. Hoya crassifolia. Stamm.

Sclerotisierung einzelner Zellen und größerer Zellgruppen erfolgt hier hauptsächlich im Mark des Stammes. Zahlreiche Idioblasten finden sich auch in der Trennungsschichte von Stamm und Blattstiel; nur vereinzelt treten sie im unteren Teil des letzteren auf. Diese Idioblasten verdicken die Zellwände nur mäßig; infolge der hierdurch größeren Permeabilität der Wände gelang mit 20 % Kaliumnitrat schon nach sehr kurzer Einwirkung Plasmolyse. Die Zellkerne wurden in diesen Sclereiden durch Tinktion mit Nilblau nachgewiesen. Ebenso hoben sich die Kerne bei kurzem Einlegen der Schnitte in verdünnte Salzsäure (2 %) scharf von ihrer Umgebung ab.

Im Mark des Stammes bilden die Sclereiden größere Verbände. Das Dickenwachstum ihrer Zellwände ist bedeutend stärker; schon im letztjährigen Internodium beträgt der Durchmesser der Wand durchschnittlich 1·2 μ und nimmt in einjährigen Sproßteilen bis 1·4 μ zu. In Steinzellen des jüngsten Internodiums ließ sich mit 20 % Kaliumnitrat Plasmolyse hervorrufen; ebenso gelang diese nach halbstündiger Einwirkung der Lösung bei Schnitten aus älteren Stämmen. Hingegen blieben Versuche, die Zellen durch Einlegen in konzentriertes Glyzerin oder 10 % Salzsäure zu plasmolysieren, erfolglos.

Kernfärbungen gelangen in zweijährigen Internodien, wie in jüngeren; sie erfolgten mit Hämatoxylin, Neutralrot und 3 % Silbernitrat.

Grevilleeae. Hakea suaveolens. Blatt.

Im Parenchym der walzenförmigen Blätter treten bei *Hakea* langgestreckte, knochenförmige Sclereiden in großer Zahl auf. Sie entstehen durch nachträgliche Sclerose von Parenchymzellen, deren Längenwachstum weit rascher vor sich geht, als das der umgebenden Zellen. Gewöhnlich erstrecken sich die Sclereiden über zwei Schichten des Parenchyms. Die Zellwand erreicht bereits im ersten Jahre ihre endgültige Ausbildung. Das Lumen der Zellen ist von konstanter Größe. Poren sind nur in sehr geringer Zahl vorhanden. Trotzdem hatten auch in den Sclereiden einjähriger Blätter Plasmolysierungsversuche mit konzentrierter Salpeterlösung keinen Erfolg. Als Zellinhalt tritt meisten feinkörniges Plasma auf.

Die Zellkerne in den Idioblasten sind ebenso, wie diejenigen des umgebenden Parenchyms, sehr klein und zeigen einen stark lichtbrechenden Nucleolus. Die Kernfärbung erfolgte mit Kaliumbichromat oder Methylenblau; sie gelang noch in fünfjährigen Blättern.

Zusammenfassung.

Ziel der Untersuchungen war, nachzuweisen, ob sclerotisierte Idioblasten in ausgewachsenen Organen noch Kern und Plasma führen.

Die Versuche ergaben, daß die Ansicht, die Sclerose der Zellwand bedeute den Beginn des Absterbens der Zelle, im allgemeinen nicht berechtigt ist.

Wenn sich auch häufig in älteren Sclereiden oder in solchen mit stärker verdickter Zellwand keine Plasmolyse hervorrufen ließ, schließt dies doch nicht aus, daß das Plasmahäutchen noch in sehr reduziertem Zustand vorhanden war, aber durch die schmalen, verzweigten Porenkanälchen derart verankert und befestigt war,

daß eine Kontraktion unmöglich wurde, zumal da sich Zellkerne ja häufig in Sclereiden feststellen ließen, in denen Plasmolyse nicht eintrat.

Bei den untersuchten Idioblasten, welche in Blättern auftreten, ließ sich mit einer einzigen Ausnahme beobachten, daß die Lebensdauer der Sclereiden entweder der des Parenchyms entspricht oder nur um geringe Zeitdauer kürzer ist.

Sclerotisierte Zellen in Stämmen führten bis zur vierten Vegetationsperiode noch Zellkern und Protoplasma.

In den faserartigen Sclereiden von *Monstera deliciosa* ließ sich hingegen das Vorhandensein des Kernes und plasmatischer Substanzen nur in den jüngsten Stadien der Zellen beobachten; in manchen Fällen wurde allerdings auch in älteren Fasern ein intakter Zellkern festgestellt, wenn das Lumen der Sclereiden seine frühere Ausdehnung ziemlich beibehalten hatte.

Sclereiden, welche Samenschalen aufbauen, zeigen Kern und plasmatischen Inhalt nur während der Entwicklungsdauer des Samens. Mit seiner Ausbildung stirbt das Endocarp ab, da es jetzt nur mehr den Zweck zu erfüllen hat, den Keim gegen mechanische Einflüsse zu schützen.

Diese Beobachtungen sprechen dafür, daß sclerotisierte Zellen in Organen, welche in aktiver Lebenstätigkeit stehen, nicht vorzeitig, nach Ausbildung der Wandverdickung absterben; die maximale Lebensdauer der Sclereiden schwankt bei den untersuchten Pflanzen: in Stämmen zwischen zwei und vier, in Laubblättern zwischen ein und fünf Jahren, in Samenschalen zwischen ein und zweieinhalb Monaten.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und die stete Führung sage ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Dr. H. Molisch meinen herzlichsten Dank; desgleichen danke ich Herrn Assistenten Dr. Gustav Klein für seine freundliche Unterstützung.

Figurenerklärung.

Vergrößerung 540.

Fig. 1. *Podocarpus* sp., Sclereide in einjährigem Internodium (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Fig. 2. *Cornus mas*, Sclereiden des Endocarps einer zweieinhalb Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Phenol und Hämatoxylin).

Fig. 3. *Prunus armeniaca*, Sclereiden im Endocarp einer ein Monat alten Frucht (nach Färbung mit Hämatoxylin).

Fig. 4. *Rosa agrestis*, Plasmolyse in Sclereiden eines zweijährigen Stammes (nach Behandlung mit konzentriertem Kaliumnitrat).

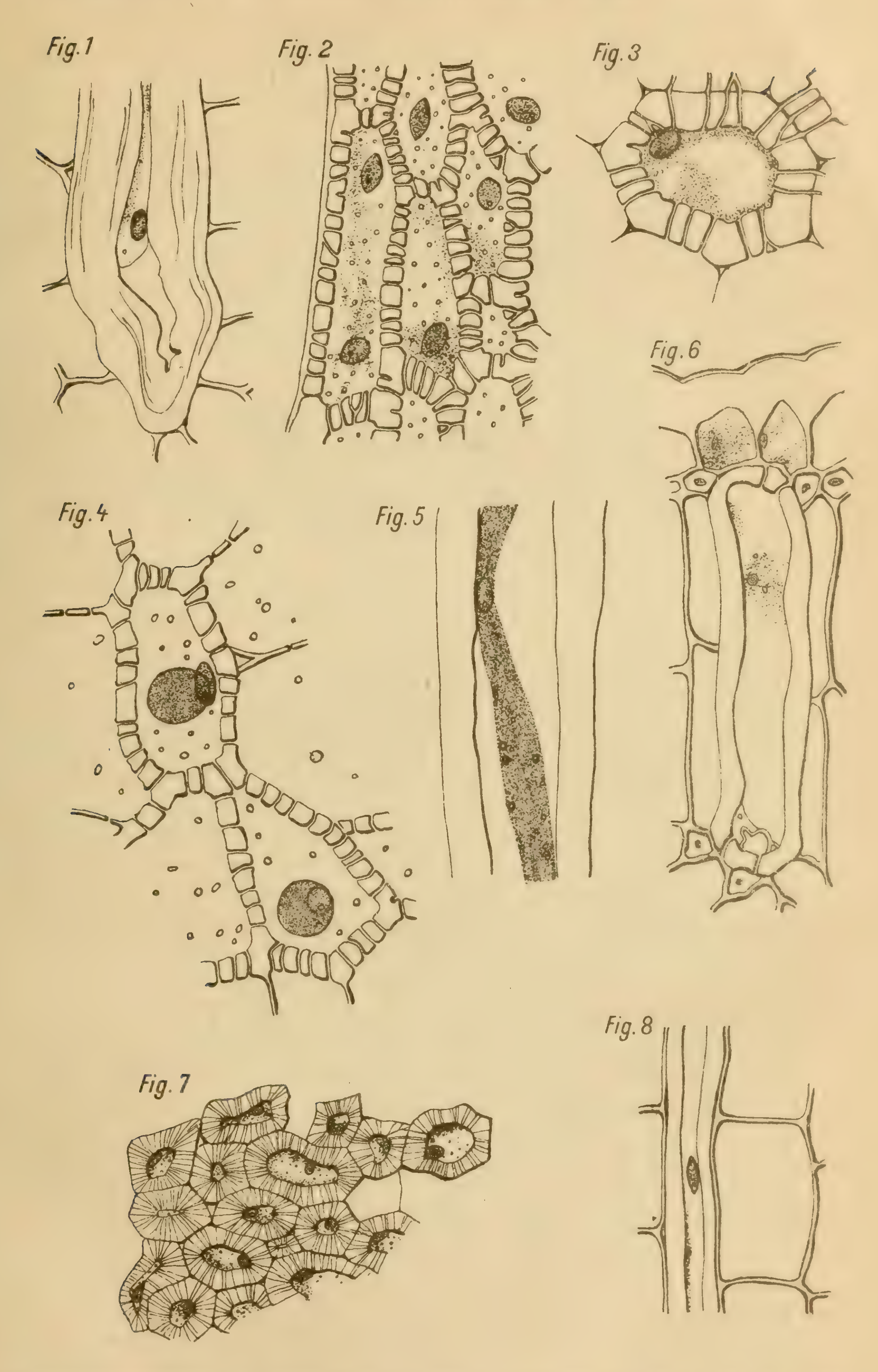
Fig. 5. *Scindapsus pictus*, Plasmolyse in einer Faser des Blattes (nach Behandlung mit konzentriertem Glyzerin).

Fig. 6. *Hakea suaveolens*, Sclereide eines fünfjährigen Blattes (nach Färbung mit Kaliumbichromat).

Fig. 7. *Prunus cerasus*, Steinzellen im Endocarp einer zwei Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Fig. 8. *Monstera deliciosa*, Faser der Luftwurzel (nach Behandlung mit Phenol und Hämatoxylin).




Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8



Keimungshemmende Substanzen in der Frucht von Solanum Lycopersicum und in anderen Pflanzen

(Vorläufige Mitteilung)

Von

Heinz Oppenheimer

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien
Nr. 175 der zweiten Folge

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Jänner 1922)

Die Möglichkeit, keimungshemmende Substanzen zur Erklärung von Hemmungserscheinungen an Sporen und Samen heranzuziehen, ist in der Literatur der letzten Jahre mehrfach erörtert worden. So schreibt Neger (1) der Flüssigkeit, in der die Konidien einer *Pestalozzia*-Art von dem Mycel der Mutterpflanze abgeschieden werden, eine keimungshemmende Wirkung zu, Zlataroff (2) fand, daß Samen von *Cicer arietinum* in der Keimung durch die eigenen Stoffwechselendprodukte beeinträchtigt werden. Gassner (3) nimmt an, daß die Wirkung des Lichtes auf lichtgehemmte Samen in der Aktivierung eines äußeren Hemmungsprinzips zu erblicken sei, und Magnus (4) gelang es sogar, bei *Phacelia tenacetifolia* einen derartigen Hemmungsstoff aus den Samen zu isolieren.

Unter diesen Umständen muß man sich fast wundern, daß die normalen Keimungshemmungen, wie sie sich in fast allen fleischigen Früchten und vielen anderen Behältern von Fortpflanzungskörpern finden, noch fast gar nicht von diesem Standpunkt aus untersucht worden sind. Zwar nimmt Haack (5) an, daß der Terpentingehalt des Fruchtzapfens die Samen von *Pinus silvestris* daran hindere, in diesem zu keimen, und Wiesner (6) behauptete, daß der Schleim der Samen von *Viscum album* Hemmungsstoffe enthalten müsse, die die lange Samenruhe mitbedingen.

Erst Molisch wurde aber auf das allgemeine physiologische Problem aufmerksam, das hier vorliegt. Da Herr Hofrat Prof. Dr. Molisch selbst aus äußeren Gründen verhindert war, der Frage nachzugehen, stellte er mir die Aufgabe, die Ursachen dieser

Hemmungserscheinungen aufzuklären. Es ist mir ein dringendes Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Molisch und ebenso Herrn Dr. G. Klein, Adjunkten am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien, schon an dieser Stelle für ihre ständige Führung und Förderung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Es ist in der Tat sehr auffällig, daß z. B. die Samen von *Cucumis sativa* und anderen Cucurbitaceen nur in sehr seltenen Fällen in der Frucht auskeimen, daß die Brutkörper der *Marchantia polymorpha*, den Brutbechern entnommen, innerhalb von vier Tagen vollzählig keimen, während in den Bechern verbliebene erst nach vier bis fünf Wochen die ersten, sehr vereinzelten Keimlinge zeigen. Ausnahmen von der allgemeinen Regel, die sich hier zeigt, sind zwar nicht selten, treten aber meist nur vereinzelt auf, z. B. bei *Zea Mays, Citrus Limonum* und einigen Varietäten von *Nicotiana rustica* (vgl. die Arbeit von Savelli Roberto im N. giorn. bot. ital., XXVII, Nr. 2—4, 1920, wo sich auch die ältere Literatur zusammengestellt findet). Dagegen sprossen nach Schumann (7) die Ascussporen der *Taphrina*-Arten regelmäßig schon in den Schläuchen aus. Solche Erscheinungen sind von der Viviparie wohl zu unterscheiden, wie Savelli betont, denn diese ist durch den Fortbestand des lebendigen Zusammenhanges mit der Mutterpflanze gekennzeichnet.

Meine Versuche haben nun für eine Pflanze, nämlich *Solanum Lycopersicum*, bereits zu Ergebnissen geführt, die mir von allgemeinem Interesse zu sein scheinen. Diese Spezies erwies sich darum als ganz besonders geeignet, weil ihre Samen bei etwa 20° C. eine außerordentliche Keimungsenergie entwickeln und vom Licht wenig beeinflußt werden. Sie keimen in den Kontrollschalen bereits, ehe bei ausreichender Desinfektion die Fruchtsubstanz in den Versuchsschalen sich durch Fäulnis wesentlich verändert hat.

Versuchsanstellung.

Die Aussaat erfolgte in Petrischalen auf einschichtigem Filtrierpapier, das stets bis zur Sättigung feucht gehalten wurde. Die Schalen wurden bei den ersten Versuchen im Gewächshaus des Instituts am Lichte, später meist im dunklen Wärmeschrank bei 22° const. aufgestellt. Das Gewächshaus zeigte eine Temperatur von etwa 20°, die nach oben und unten täglich um einige Grade schwankte. — Als Desinficiens für die Fruchtsubstanz erwies sich Toluol als sehr brauchbar. Ich überzeugte mich durch Versuche (s. u.), daß Toluol auch in starker Konzentration die Keimung der Samen nicht beeinflußt. Im folgenden sind einige Versuche, die mir die gelungensten zu sein scheinen, zusammengestellt.

---

1. Zunächst war zu untersuchen, ob die Hemmung vielleicht nur auf Sauerstoffmangel beruhe. Ich bin in keinem der zahlreichen Versuche einer Erscheinung begegnet, die sich dahin deuten ließe. Ob ich die Früchte in Scheiben zerlegte oder gewaschene Samen nach Entfernung der ihnen anhaftenden Schleimhülle in rohem Fruchtsaft aussäte oder sie gewaschen auf die Innenseite der abgezogenen Fruchthaut auslegte, immer bestand die Hemmung fort trotz reichlichen Luftzutrittes. Ich habe mich davon auch bei Anwendung größerer Gefäße überzeugt, in denen den Samen mehr Sauerstoff als in den Petrischalen zu Gebote stand.

2. Wie ich weiter fand, ist die Hemmungserscheinung offenbar auch nicht auf osmotische Verhältnisse zurückzuführen. Man könnte meinen, daß die Zellen des Fruchtfleisches gegenüber denen des Samens hypertonisch seien und für die Samen daher in der Frucht die erste Vorbedingung der Keimung, nämlich die Quellungsmöglichkeit, nicht gegeben sei. Ich entnahm Samen aus einer Frucht und wog sie nach Auswaschung und folgender kurzer Abtrocknung. Das Gewicht von 44 Samen betrug 19 *cg*. Sie wurden nun auf Filtrierpapier in destilliertem Wasser ausgelegt und nach drei Tagen, d. h. kurz vor Beginn der Auskeimung, wieder gewogen. Ihr Gewicht betrug jetzt 20 *cg*, hatte sich also nur unwesentlich erhöht. Wenn ich hieraus schließe, daß die Samen in der Frucht nicht durch Wassermangel, sondern durch andere Ursachen an der Keimung verhindert werden, so kann ich dies auch durch weitere Erfahrungen bestätigen. Ich beobachtete nämlich mehrfach Samen von außergewöhnlicher Größe (bis zu 4 *mm* Durchmesser), die nicht keimten, solange sie der Fruchtsubstanz auflagen. Übertrug ich aber derartige Samen in eine andere Schale, wo das Filtrierpapier mit Aqua destillata getränkt war, keimten sie in kurzer Zeit, ohne ihren Durchmesser noch weiter zu vergrößern. Vergleichende Bestimmungen des osmotischen Druckes des Fruchtsaftes einerseits und eines Samenextraktes andrerseits dürften diese Anschauung bestätigen.

3. Nun könnte man noch meinen, daß die Übertragung der Samen in reines Wasser nach dem Aufenthalt im Fruchtsaft auf die Zellen des Embryos als Reiz wirke und sie zu Teilungen veranlasse. Dies erscheint mir widerlegt, da ich zeigen konnte, daß bei Aussaat der Samen in Fruchtsaft verschiedener Konzentration die Keimungsenergie entsprechend dem Verdünnungsgrad wächst, in reinem Wasser aber wieder geringer wird. Es ergibt sich das deutlich aus dem folgenden Versuch, der gleichzeitig beweist, daß das Toluol auf die Keimung keinen Einfluß ausübt.

Versuch 1 (blieb gänzlich schimmelfrei).

10 Petrischalen (*A* 1—5 und *B* 1—5) mit einer Schicht Filtrierpapier. In *A* abnehmende Konzentration des Fruchtsaftes von $^1/_2$ bis $^1/_{32}$ der natürlichen Konzentration. Entsprechend sank die

Konzentration des als Desinficiens verwendeten Toluols von Schale zu Schale gleichmäßig, von 0·2 $^{0}/_{0}$ bis auf 0·0125 $^{0}/_{0}$. Die Kontrollschalen der Reihe *B* wurden mit reinem Toluolwasser beschickt, dessen Konzentration in den Schalen 1 bis 5 0·2 $^{0}/_{0}$, 0·1 $^{0}/_{0}$, 0·05 $^{0}/_{0}$, 0·025 $^{0}/_{0}$ und 0·0 $^{0}/_{0}$ betrug. Aufstellung im Gewächshaus des Instituts am Lichte. Beginn: 10. November 1921. Je 30 Samen. Die Reihe *d* bezeichnet die Anzahl der seit Beginn des Versuches verflossenen Tage.

Keimungen (in Prozent).

d	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
6	0	0	0	0	30	47	13	37	37	0 !
7	0	0	3	24	71	60	47	53	60	0 !
8	0	7	13	52	80	80	83	80	80	10 !
9	0	13	24	82	100	93	87	87	96	50 !
11	0	33	50	90	—					
12	0	43	70	90	—	Toluolkontrolle aufgehoben !				
15	0	50	87	93	—					
20	0	80	90	100	—					
25	0	80	93	—	—					
27	7	80	93	—	—					
33	45	80	96	—	—					
37	70	90	96	—	—					

Das Ergebnis dieser Versuche spricht sehr deutlich gegen die Anschauung, daß die Entnahme aus der Frucht oder die Übertragung in Wasser auf die Samen als Reiz wirke. Vielmehr sehen wir uns zu der Annahme genötigt, daß die Früchte unserer Versuchspflanze eine Substanz enthalten, die keimungshemmend wirkt und deren Wirksamkeit mit sinkender Konzentration des Saftes sich abschwächt. Ich habe ähnlich ansteigende Keimungszahlen bei sinkenden Saftkonzentrationen in entsprechenden Versuchen immer wieder erhalten. Da ich nicht steril experimentiert habe, fragte ich mich stets von neuem, ob nicht die größere Keimungshemmung in dem konzentrierteren Saft vielleicht von der reichlicheren Bildung keimungshemmender Zersetzungsprodukte herrühren möchte, die die trotz des Toluols sich zuweilen bildenden Kolonien von Bakterien und Schimmelpilzen hervorbringen könnten. Um dies zu entscheiden, verglich ich die Keimungsergebnisse in rohem und gekochtem Saft gleicher Konzentration. Der Schimmelbefall, den ich diesmal nicht zu verhindern

suchte, war in beiden Schalen nicht unbeträchtlich und in der Schale mit dem abgekochten Saft stärker als in der anderen mit dem rohen Saft. Trotzdem keimten die Samen in der ersteren bedeutend besser, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Versuch 2 (je 40 Samen).

Keimungen (in Prozent).

d	Auf rohem Saft	Auf gekochtem Saft
7	0	2·5
8	0	5
9	4	17
10	13	53
12	29	83
13	42	83
14	51	83
19	89 !	86
26	95 !	94

Wie man sieht, hatten die Samen auf gekochtem Saft nach 12 Tagen schon zu 83 % gekeimt, trotz der starken Zersetzungsvorgänge, während in der Schale mit rohem Saft erst jetzt, als der Schimmel wegen der starken Konzentration der eigenen Stoffwechselprodukte wieder zurückging, die Keimung erst recht einsetzte. Mir schien dieser Versuch so deutlich für das Vorhandensein einer nicht hitzebeständigen, keimungshemmenden Substanz im Fruchtsaft zu sprechen, daß ich auf die Durchführung eines sterilen Keimungsversuches glaubte verzichten zu können.

Nun konnte ich darangehen, die Natur des erschlossenen Körpers näher zu untersuchen. Hiermit bin ich jedoch noch nicht weit gelangt. Nur soviel kann ich sagen, daß es sich um einen kolloidalen Körper zu handeln scheint. Nach Ausschüttelung eines Saftfiltrates mit Alkohol und Äther erhielt ich einen weißlichen Niederschlag, von dem ich eine Suspension in destilliertem Wasser herstellte. Obgleich ich nur eine winzige Menge, schätzungsweise einige Zentigramm, von dem Niederschlag zur fortschreitenden Verdünnung verwendete, ergab sich auch hier wieder die bekannte ansteigende Reihe der Keimungszahlen:

Versuch 3 (Wärmeschrank 22° const.): 14. Dezember 1921.

Keimungen (in Prozent).

Tage d	Konzentration			H_2O
	c	$\frac{c}{2}$	$\frac{c}{4}$	
2	0	8	17	19
3	18	30	36	48

Offenbar war also die Hemmungssubstanz von dem Alkohol niedergeschlagen worden. Am vierten Tage nach Versuchsbeginn erhielt ich die Zahlen 61, 52, 61, 77.

Jetzt war also die Keimung bei der stärkeren Konzentration c besser als bei $\frac{1}{2}c$ und ebenso stark wie bei $\frac{1}{4}c$. Ich habe eine solche Umwandlung der hemmenden Wirkung in eine stimulierende, die an das Verhalten der Organismen gegenüber manchen Giften erinnert, mehrfach beobachten können (vgl. auch die letzten Zahlen des vorigen Versuches). Man mag diese Erscheinung auf eine teilweise Zersetzung der Hemmungssubstanz zurückführen können.

Zum Schluß erwähne ich, daß ich entsprechende Versuche auch mit *Cucumis sativa* und *Lagenaria vulgaris* durchgeführt habe. Es scheint auch hier eine Hemmungssubstanz vorhanden zu sein. Das Gleiche gilt von den Brutbechern der *Marchantia polymorpha*. Dagegen scheinen bei trockenen Früchten derartige Substanzen nicht überall vorzukommen. Samen von *Phaseolus multiflorus* und *Cheiranthus Cheiri* keimen auch willig in den Früchten, wenn diese feucht gehalten werden. Die Versuche darüber sind noch im Gange.

Literatur.

(1) Neger, Keimungshemmende und keimungsfördernde Stoffwechselprodukte. Naturw. Wochenschr. Neue Folge, XVII, p. 141—142.

(2) Zlataroff, As. Über das Altern der Pflanzen. Zeitschr. f. allg. Physiol., XXII. Bd., 2. Heft, 1916.

(3) Gassner, G., Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. Zeitschr. f. Botanik, 1915, p. 609 ff.

(4) Magnus, W., Hemmungsstoffe und falsche Keimung. Ber. d. d. bot. Ges., 1920, p. (19)—(26).

(5) Haack, Die Prüfung des Kieternsamens. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1912, p. 1—64.

(6) Wiesner, J., Pflanzenphys. Mitteilungen aus Buitenzorg, IV.

(7) Schumann, K., Lehrbuch der syst. Botanik. Stuttgart 1894, p. 87.



Textkürzung.

Infolge der fortdauernden außerordentlichen Preissteigerungen des Druckes ist die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse außerstande, die Abhandlungen im alten Friedensumfange abzudrucken; insbesondere sollen die Sitzungsberichte von den aufgenommenen Arbeiten nur das zum Verständnisse unumgänglich Notwendige bringen. Sehr oft sind manche Einzelheiten der Versuchsanordnungen, Beobachtungsprotokolle, Zahlentabellen, Kurven, Zwischenrechnungen u. a. m. nur für den auf dem betreffenden Gebiete arbeitenden Fachmann von Wichtigkeit, während sie für den Fachmann verwandter Gebiete von minderem Belange sind.

Die Autoren werden demnach gebeten, derartige Einzelheiten als »Ergänzungen« ihren Arbeiten beizugeben, und zwar womöglich in Maschinenschrift und in zwei Exemplaren. Diese »Ergänzungen« sollen nicht veröffentlicht, sondern in der Kanzlei der Akademie aufbewahrt und eines davon über Wunsch an Interessenten für einen Monat entliehen werden. Über die Beigabe solcher »Ergänzungen« wird am Ende der Arbeit ein entsprechender Vermerk stehen.

Ferner werden die Herren Autoren ersucht, behufs Verringerung der Druckkosten und Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit jene Teile ihrer Arbeiten in Kleindruck zu bringen, welche ihrem Inhalte nach als Ergänzungen oder Erläuterungen des in gewöhnlichem Drucke erscheinenden Textes aufzufassen sind.

Die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung IIa. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung IIb. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrucke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rotenturmstraße 25), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben.

Die Preise werden nach dem jeweiligen Stande der Valuta nach Maßgabe der Verhältnisse berechnet.

Die **mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse** hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrucken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrucke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.

Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

131. Band, 4. und 5. Heft

(Mit 2 Tafeln und 24 Textfiguren)

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien, 1922

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Inhalt

des 4. und 5. Heftes des 131. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Verkaufspreise.

Preis für das Inland und Preis für Deutschland: Grundzahl (Gz) × den betreffenden Buchhändlerschlüsselzahlen. — Auslandpreis: Grundzahl (Gz) = Schweizer Franken.

Beiträge zur Lebensgeschichte der Thysanopteren

Von

Dr. Hermann Priesner

(Mit 7 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. März 1922)

II. Rhopalandrothrips obscurus (Uz.), Taeniothrips salicis (Rt.) und Taeniothrips dianthi Pr.

Am 2. August 1920 fand ich auf dem Pöstlingberge bei Linz in Österreich auf jungen, 2—3jährigen Birkensträuchern Larven und Imagines von *Rhopalandrothrips obscurus* (Uz.) (= *Physopus ulmifoliorum* var. *obscura* Uz.)

Die Larven waren in zwei Stadien vertreten und besonders an den zartesten, kaum entfalteten Blättchen zu finden. Die von den Thripsen besetzten Blätter waren zum Teil mißfarbig, bräunlich gefleckt, manche an den Rändern, besonders gegen die Spitze, eingerollt. Da ich sonst keine Insekten an den betreffenden Stellen auffinden konnte, ist anzunehmen, daß die Blätter von den Thripsen in der erwähnten Weise beschädigt wurden. Die Larven der betreffenden Art waren bisher nicht bekannt; bevor ich jedoch auf die Beschreibung derselben eingehe, ist es nötig, daß ich zur Systematik der Imagines einige Worte verliere.

Uzel beschrieb (Mon. Ord. Thys. 1895, p. 124) die Art unter dem Namen *Physopus ulmifoliorum* var. *obscura*, da sie mit *Taeniothrips salicis* (Rt.) (seinem *Ph. ulmifoliorum*) habituell ähnlich ist und er damals das eigenartig gebaute ♂ nicht kannte. Schille hielt das von ihm entdeckte ♂ für ein Monstrum des ♂ der Art *salicis* (Rt.) und bildete es ab in seinen »Materialien zu einer Thysanopterenfauna Galiziens« (Entom. Zeitschr., Frankfurt 1912, Fig. 11, Sep. p. 27).

Ich fand die Art in beiden Geschlechtern häufig auf *Corylus-*, *Alnus-* und *Betula-*Blättern in Oberösterreich und auf einer schmalblättrigen *Salix* an den Ufern des Skumbiflusses bei Elbasan in Albanien. Die Fühlerbildung des ♂ ist wie bei einer weiteren, von Uzel als *Physopus ulmifoliorum* var. *annulicornis* beschriebenen, im Rasen vorkommenden Art, so eigentümlich, daß mir die Aufstellung eines besonderen Subgenus für die beiden Arten, *Rhopalandrothrips* genannt, notwendig erschien, das im folgenden kurz charakterisiert ist.

1″ Fühler bei beiden Geschlechtern gleich gestaltet, stets 8-gliedrig. Maxillarpalpen des ♂ und ♀ 3-gliedrig . . . . .
. . . . . Subg. **Taeniothrips** (sensu latiore).[1]

1′ Fühler des ♂ mit lang schaftförmigem 6. Gliede, 8-gliedrig oder 6-gliedrig. Maxillarpalpen des ♂ 2- bis 3-gliedrig, des ♀ 3-gliedrig . . . . Subg. **Rhopalandrothrips** Pr. i. l.

Subgenus *Rhopalandrothrips* Pr. i. l.

Artenübersicht.

1″ Fühler des ♂ 8-gliedrig. — Körperfarbe dunkelbraun, Fühler meist ganz schwarzbraun . . . . **obscurus** Uzel.

1′ Fühler des ♂ 6-gliedrig, Stylus fehlt. — Körperfarbe hellgelb, Körper oben stellenweise schwach grau getrübt. Fühler gelb, grau geringelt . . . . **annulicornis** Uzel.

Taeniothrips (Subg. *Rhopalandrothrips*) **annulicornis** Uzel, Mon. Ord. Thys. 1895, p. 124; Priesner, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1919, p. 122, Anm. 2; ders., 78. Jahresber. Mus. Linz, 1920, p. 54, Sep. p. 7.

♀: Körperfarbe hellgelb bis grünlichgelb. Körper oben mit grauer Zeichnung oder ohne solche. 1. Fühlerglied gelblich, 2. hell, grau getrübt, 3. am Grunde weißlich, an der Spitze getrübt, 4. ähnlich, 5. nur am äußersten Grunde weißlich, die übrigen Glieder dunkel. Borsten am Körper dunkel, lang. Schenkel und Schienen außen kaum getrübt. Flügel schwach grau getrübt. Borstenzahl und Borstenstellung wie bei *obscurus* (Nebenader jedoch mit nur 8 bis 10 Borsten), Fühler ähnlich wie bei *obscurus* gebildet.

Körperlänge: 1 *mm*.

♂: (Synonym: *Thrips nigropilosus* var. (♂) *clavicornis* (Karny) Priesner, Zeitschr. österr. Entom. Ver. 1921 (p. 37.) Wie das ♀ gefärbt, viel kleiner, flügellos. Fühler 6-gliedrig. Maxillarpalpen 2-gliedrig (beim ♀ 3-gliedrig). Das 3. Fühlerglied langgestreckt,

[1] Siehe: Priesner, 78. Jahresbericht d. Mus. Franc. Carol., Linz 1920, p. 54 (Sep. p. 7) u. Anm. 5.

länger als das 4., das 5. viel kürzer als das 4. (meist um 0·3 kürzer), das 6. sehr lang, um 1·8 länger als das 5. oder nur um 1·2 länger, selten dreimal so lang als das 5. Glied, also von variabler Länge, mitunter etwas unregelmäßig gestaltet; ringsum ist es mit dunklen Borsten besetzt.

Vorkommen: In beiden Geschlechtern im Rasen (man kätschert die Art auf Wiesen) nicht selten, auch im Gebirge, die ♀♀ von April bis September; die ♂♂ fand ich im Mai, August und September. Letztere sind seltener, bis jetzt sind 7 Exemplare bekannt.

Verbreitung: Böhmen, Österreich, Südtirol.

Taeniothrips *(Rhopalandothrips)* **obscurus** Uzel Mon. Ord. Thys. 1895, p. 124; ? Schille, Materialien, Sep. p. 13; ? Reuter, Finska Thys., 1896, p. 52 et 53; *schillei* Priesner, Ent. Zeitschr. Frankfurt 1914; ders., W. Ent. Zeitg., 1914, p. 192; ders., Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien 1919, p. 122, Anm. 2; ders., Jahresber. d. Mus., Linz 1920, p. 54. — Nec *salicis (ulmifoliorum)* var. *obscurus* Priesner,[1] Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien 1919, p. 123; Zeitschr. d. österr. Entom. Ver. 1919, p. 104; Jahresber. Mus. Linz 1920, p. 54. —

♀: Körperfarbe dunkel- bis schwarzbraun, Thorax meist rötlich getönt. Fühler schwarzbraun oder graubraun, 1. Glied oft heller graubraun, Beine gelblich, Tibien und Schenkel stark grau getrübt.

Kopf kleiner als bei *Taen. salicis* Rt. und kürzer; Interocellarborsten sehr weit nach innen gerückt. 3. Fühlerglied viel schlanker als bei diesem, ebenso das 4.; 4. kürzer als das 3., beide an der Spitze etwas halsförmig geschnürt. 5. Glied klein, abgestutzt, gegen die Spitze aber dennoch schwach verengt. 6. am Grunde nicht so breit wie bei *salicis*, so lang oder wenig kürzer als das 3. Glied. Stylus ziemlich lang, 2. Glied länger als bei *salicis*. Vorderflügel stark grau getrübt, Hauptader mit 2 Distalborsten, Nebenader mit 13 bis 14 Borsten. Körperlänge: 1 bis 1·2 *mm*.

Forma **trisetosa** nov. (W. Ent. Zeitg. 1921, p. 117, Anm. 4. — Hauptader mit 3 Distalborsten, von denen die erste von der zweiten und dritten weit abgerückt ist. Sonst wie die *forma typica* (Österreich).

Forma **pallens** nov. — Gelbbraun, Fühler graubraun, das 3. Glied am Grunde gelb. Flügel nur sehr schwach getrübt.

Vorkommen: Die ♀♀ von April bis September (♂♂ vom Juni an) auf Blättern von *Salix*, *Corylus*, *Alnus* und *Betula*, häufig.

Verbreitung: Polen, Böhmen, Österreich, Albanien.

---

[1] Für die dunkle Form des *Taeniothrips salicis*, die ich bisher für *obscurus* Uz. hielt, muß ein neuer Name (*forma* ***fusca*** m. nov.) eingeführt werden. Die Form ist von *salicis* typ. ♀ durch fast gleichmäßig graubraune Färbung verschieden.

Beschreibung der Larven von Rhopalandrothrips obscurus.

I. Stadium.

Körper plump, weißlich, durchsichtig. Augen rot. Die langen Borsten an Kopf und Prothorax deutlich geknöpft. Fühler wie in Fig. 1, das 3. Glied nur um 0·15 länger als breit, das letzte Glied mit 6 langen Borsten. Abdomen schmal, mit der normalen Zahl Borsten (am 1. Segment dorsal 4, an den folgenden (2. bis 8.) 6 Borsten); diese sind kurz, 12 bis 24 μ lang, schwach geknöpft (in Alkohol gesehen!). Die Borsten des 9. und 10. Tergites sind länger (über 40 μ lang), stärker geknöpft: am 9. sieht man oben 4 lange, am 10. zwei lange, geknöpfte und 2 kurze Borsten. Die Kutikula des Abdomens ist mit winzigen, einfachen (nicht henkelförmigen Wärzchen dicht besetzt; diese sind mit kaum bemerkbaren Härchen ausgestattet. Die Abdominalborsten sind kürzer als bei Stadium II.

Fig. 1.

Körpermaße: Fühler 14 (24), 24 (22), 30 (26), 49 (27), 12 (11), 20 (7 bis 8). Kopfbreite 70 bis 80. Mesothoraxbreite 120. Abdomenbreite 102. Länge des 9. Abdominalsegmentes zirka 27, des 10. Segmentes zirka 38 (Mikron). Gesamtlänge: 0·40 bis 0·56 *mm*.

II. Stadium.

Körperfarbe gelb, Basis der Schenkel, Schienen zum Teil und die Tarsen lichtgrau; ebenso ein Fleckchen vorn am Kopf, der größte Teil der Fühler und der Hinterrand des 9. und 10. Abdominalsegmentes. Die Borsten am Körper grau. Augen rot. An den Fühlern das 3. Glied um 0·8 länger als breit, im übrigen wie in Fig. 2 skizziert gebaut. Die Ringel am 3. Glied ziemlich tief eingeschnitten. An den Augen zähle ich nur 3 Fazetten. Innerhalb derselben stehen in einer Querreihe 4 längere Borsten, die schwach geknöpft sind, seitlich, vor den Augen 2 spitzige Borsten. Die Borsten am Pro-, Meso- und Metathorax abgestutzt, einige des Metathorax an der Spitze ausgefranst oder zeigen schon vor der Spitze Seitenästchen (Fig. 3). Am Prothorax zähle ich oben 14, am Mesothorax 14 Borsten; am Metathorax 10, von denen jederseits 3 von den zwei mittleren, hintereinander liegenden Paaren abgerückt erscheinen. Das 1. Abdominalsegment trägt 4 ausgefranste, das 2. bis 8. oben jederseits 6 an der Spitze oder vor derselben ausgefranste, braungrau gefärbte Borsten. Das 9. Tergit hat 4 nicht gefranste, aber gekeulte Borsten, das 10. Segment 2 schwach gekeulte dorsale Borsten. Das 9. Segment ist am Hinterrande sehr fein gekerbt.

Maße: Fühler 16 (27), 26 (22), 45 (24), 57 (20), 14 (13), 22 (8). Prothoraxbreite: 170. Mesothoraxbreite: 204. — 9. Abdominal-

segment 41, 10. Segment 35 lang. Gekeulte Borste am 9. Segment 46, gefranste Borsten am 2. bis 8. Segment 20 bis 35 lang (Mikron). — Gesamtlänge: 0·9 bis 0·97 *mm.*

Von der Larve von *Taeniothrips salicis* (Reut.) durch merklich (aber nur ganz wenig) tiefer gelbe Körperfarbe, etwas weniger gestreckte Fühler, besonders etwas kürzeres und breiteres 3. Fühlerglied,[1] sehr schwache, aber deutlich sichtbare Borstenkränzchen an den distalen Ringeln des 3. Fühlergliedes, dann durch die dunklere Färbung der Körperborsten, hauptsächlich aber durch die kräftigere Gestalt der Borsten verschieden. Die Borsten sind zwar nicht länger, wohl aber kräftiger als bei *salicis*; eine Seitenborste des 3. Tergites z. B. ist bei *salicis* am Grunde etwa 2 μ,

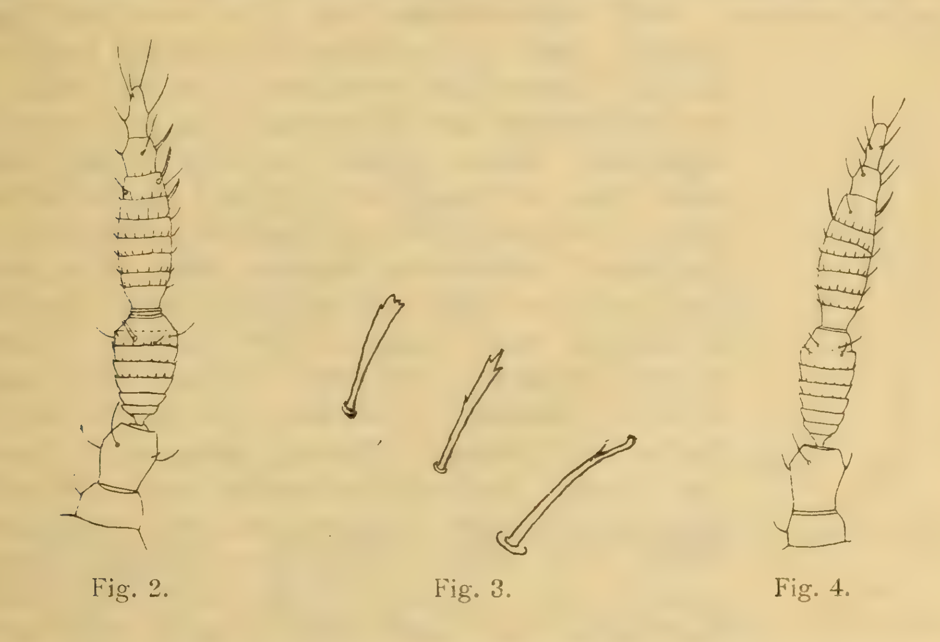


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

bei *obscurus* 7 μ dick. Die am Metathorax befindlichen Borsten sind bei *salicis* an der Spitze deutlich ausgefranst, aber doch nicht so stark zerspalten wie bei *obscurus*, ebenso die Borsten des 1. bis 6. Abdominaltergites an der Spitze ausgefranst, aber nicht so stark, wie dies bei *obscurus* der Fall ist und niemals treten bei *salicis* an den Seiten der Borsten Spitzen oder Ästchen hervor, was bei *obscurus* an den Segmenten 1 bis 8 stets der Fall ist (Fig. 3). Das 8. Segment ist bei *salicis* nahezu einfach beborstet, die Borsten aber doch nicht völlig scharf, dies nur bei Seitenansicht. Das 9. Segment hat oben 4 schwach geknöpfte, das 10. Segment 2 derartige Borsten. Die Ventralborsten sind einfach und spitzig. Die Grundskulptur des Abdomens ist bei *salicis* viel feiner, die Pünktchen (äußerst feine Erhabenheiten) sind nur bei stärkster Vergrößerung sichtbar, auch die daran sitzenden Härchen merklich zarter als bei *obscurus*.

---

[1] Siehe Fig. 4.

Maße von *T. salicis* (in Mikron): Fühler, 14 (24), 27 (23), 49 (22), 55 (20), 14 (12), 22 (8). Prothoraxbreite: 160. Metathoraxbreite: 247. Abdomenbreite: 272. — Gesamtlänge: 1 *mm*.

Die Puppenstadien von *R. obscurus* sind mir noch nicht bekannt, wohl aber die des **T. salicis**, und zwar sowohl Vorpuppe als auch Puppe.

I. Vorpuppe.

Von diesem bei Thysanopteren in der Regel selten anzutreffenden Stadium fand ich am 16. August 1919 bei Ibm in Oberösterreich, am Rande des großen Moores, unter Weidenrinde 18 Exemplare.

Das Stadium ist dadurch ausgezeichnet, daß bereits Flügelscheiden sichtbar sind, unterscheidet sich aber von der Puppe dadurch, daß die Scheiden nur mäßig lang sind; die der Vorderflügel erreichen nur die Mitte, die der Hinterflügel den Hinterrand des 2. Abdominalsegmentes; ferner tragen die ersteren am Außenrande nahe der Basis zwei, gegen die Spitze eine Borste, während beim folgenden Stadium der Außenrand zahlreiche Borsten trägt. Die Augen sind noch so klein wie bei der Larve. Der Kopf ist mit nur sehr wenigen, sehr dünnen Härchen besetzt. Prothorax mit sehr dünnen und langen Borsten versehen. Abdomen, besonders an der Spitze, mit langen, dünnen, gebogenen Borsten. Die letzten Abdominalsegmente ohne dornartige Kutikularbildungen. Körperfarbe hell weißlichgelb. Fühler kurz (Fig. 5), von einer Kutikularscheide umhüllt, frei abstehend, nicht nach oben zurückgeschlagen; sie sind nicht deutlich segmentiert, wie dies bei der Larve der Fall ist, es läßt sich aber eine innere Segmentierung zum Teil erkennen, die mit den äußeren Unebenheiten nicht übereinstimmt (Umwandlung des Larvenfühlers in den Nymphenfühler). An der Spitze des Fühlers sind innerhalb der Chitinscheide der Präpupa 2 nebeneinander liegende sinneskegelähnliche Spitzen wahrzunehmen, deren Bedeutung mir unklar ist. Die Geschlechter konnte ich in diesem Stadium nicht mit Sicherheit erkennen, die ♂♂-Vorpuppen scheinen mir etwas schmächtiger gebaut zu sein. Die Untersuchung der Anlagen des Genitalapparates dürfte wohl nur mit Hilfe der zoologischen Schneidetechnik zwecks Erkennung der Geschlechter möglich sein.



Fig. 5.

Maße (mittelgroßes Exemplar): Fühlerlänge: 196 bis 204. Mesothoraxbreite: 238 (Mikron). — Körperlänge: 1·16 *mm*.

II. Puppe.

Unter der glashellen Kutikula läßt sich der Körper der Imago erkennen. Kutikula mit sehr langen und dünnen Borsten besetzt.

Fühler auf Kopf und Prothorax zurückgeschlagen, Flügelscheiden lang, die der Vorderflügel außen mit 16 bis 23 langen Borsten besetzt, sie erreichen etwa das 5. Abdominalsegment oder überragen es etwas. Abdomen mit langen (spitzigen) Borsten.

♀: Größer und kräftiger, Borsten am Außenrande der Vorderflügel zahlreicher. 10. Abdominalsegment oben in eine Spitze ausgezogen (Fig. 6), in welche sämtliche langen Abdominalborsten der Imago hineinragen. Der Stachel dient diesen Borsten als Scheide.

♂: Kleiner und schmäler, Borsten am Vorderflügelinnenrande weniger zahlreich. Abdomenende oben ohne Dornfortsatz. Das 9. Segment aber auf der Unterseite mit je einem vorspringenden Seitenhöcker, in der Mitte mit einem klammerförmigen Fortsatze (Fig. 7).

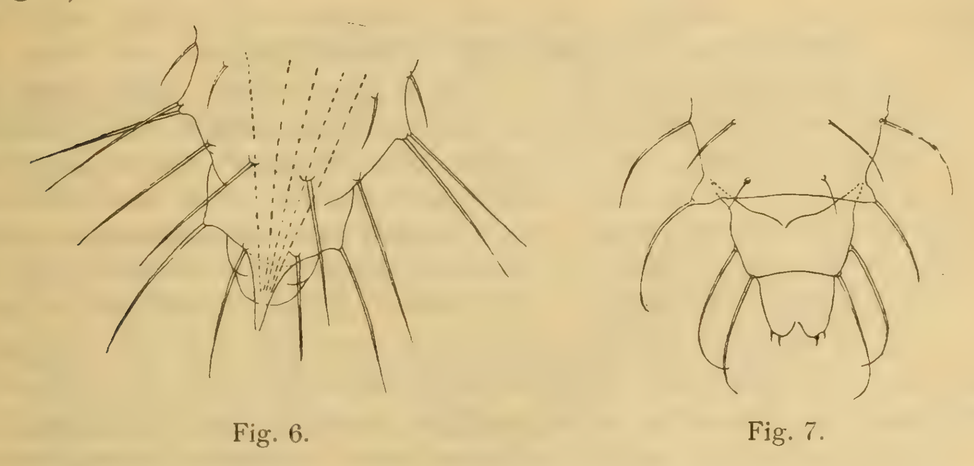


Fig. 6. Fig. 7.

Maße des ♀: Kopfbreite: 160. Mesothoraxbreite: 221 (Mikron). — Gesamtlänge: 1·24 *mm*.

Maße des ♂: Kopfbreite: 136. Mesothoraxbreite: 179 (Mikron). — Gesamtlänge: 0·95 *mm*.

Unter den Larven und Nymphen — ich fand insgesamt 4 Larven (II. Stadium), 18 Vorpuppen, 16 ♂- und 18 ♀-Puppen — fanden sich unter der Weidenrinde auch mehr weniger ausgereifte Imagines, und zwar auffallenderweise mehr ♂♂ als ♀♀, von ersteren 16, von letzteren 8 Stück. Die Tiere waren nur unter feuchter, fast dicht anliegender Rinde, in kleinen Gruppen beieinander, zu sehen. Das Fehlen der jüngeren Larven[1] spricht dafür, daß die zur Verpuppung reifen Larven von *T. salicis*, die wohl auf den Blättern von *Salix* so wie die (reifen) Imagines leben, die Baumrinde als Versteck aufsuchen, wo die Verpuppung ungestört vor sich gehen kann. So fand ich unter Rinde keine einzige ausgefärbte Imago, da die ausgereiften Tiere auf den Blättern der Weiden leben, wo sie auch damals an den Rändern des Moores

[1] Daß ich junge Larven, die vielleicht vorhanden gewesen wären, nicht übersehen habe, dafür spricht, daß ich die wohl ebenso kleinen Eier von *Trichothrips pini* Hal. ebendort nicht übersah.

sehr häufig in beiden Geschlechtern anzutreffen waren. Im Mai (22.) 1920 fand ich an derselben Lokalität 1 erwachsene Larve, 3 Vorpuppen und 1 unreife Imago unter Weidenrinde.

Die Larven von Taeniothrips dianthi Pr.[1]

Im II. Stadium sehr ähnlich der Larve von *Taeniothrips salicis* Rt., speziell in der Körperfarbe und Fühlerbildung, von dieser in folgenden Punkten verschieden: Das letzte Fühlerglied etwas länger und schmäler; sämtliche Abdominalborsten erscheinen niemals ausgefranst, sind aber auch nicht scharfspitzig, sondern sie zeigen (in Alkohol!) ein äußerst feines Knöpfchen an der Spitze; sie sind nur mäßig lang, die Lateralborsten des 7. Segmentes z. B. messen 47 μ. Sehr auffällig ist die Hautskulptur. Der Körper zeigt Querreihen von kleinen, gebogenen Längskielchen, die sich bei starker Vergrößerung henkelförmig gestaltet zeigen; sie sind an den Abdominalsegmenten in je 6 bis 9 Querreihen angeordnet, in der Mitte der Segmente sind sie am größten, gegen den Vorder- und Hinterrand hin am kleinsten. Die längsten dieser Kielchen sind etwa 7 bis 8 μ lang. Hautbörstchen sind keine vorhanden. Bei den Larven von *T. salicis* und *Rh. obscurus* finden wir diese Skulptur nicht, bei beiden besteht die Hautskulptur in äußerst winzigen Körnchen, auf denen feinste Börstchen sitzen.

Das I. Stadium der *dianthi*-Larve, von dem ich nur 1 Exemplar sah, ist sehr ähnlich dem entsprechenden von *Rh. obscurus*, die Fühlerringelbörstchen sind weniger deutlich; das 3. Fühlerglied ist etwas gestreckter, seitlich weniger stark gerundet,[2] eine Strecke fast geradlinig distalwärts erweitert, ferner ist das Endglied etwas länger. Die charakteristische Hautskulptur ist schon beim I. Stadium gut zu erkennen, die einzelnen henkelförmigen Leistchen sind viel kleiner als bei der II. Larve.

Vorpuppe und Puppe dieser Art sind mir noch nicht bekannt geworden.

Das Larvenmaterial erhielt ich vor längerer Zeit von Dr. L. Fulmek samt Imagines; es stammt aus Niederösterreich (Floridsdorf), wo es an Blattverkrümmungen der Nelkentriebe (Gartennelke) vorgefunden wurde. Leider ist die Larve des nahe verwandten *T. frontalis* Uz. noch nicht bekannt, sodaß ich nicht sagen kann, wodurch sie sich von *dianthi* unterscheidet. Die *frontalis*-Larve dürfte jedenfalls robuster gebaut sein.

Aus obigem ist ersichtlich, daß es uns möglich ist, daß wir im Imaginalzustand einander sehr ähnliche Arten

---

[1] W. Ent. Zeitg., 38. Bd., Heft 4 bis 8, 1921, p. 116.

[2] 6. Glied 22 μ lang, 7 μ breit.

doch auch im Larvenzustand gut unterscheiden können und ich glaube hiermit andeuten zu müssen, daß sich uns so für die Erforschung der Lebensgeschichte der Thysanopteren wichtige Perspektiven eröffnen. Aber auch, was die praktische Seite der Thysanopterenkunde anlangt, wird man auf diesem Wege gute Fortschritte machen. Es sind mir schon öfter Thysanopterenlarven als Kulturschädlinge eingesandt worden, ich habe aber damit meist nicht viel anfangen können, höchstens Vermutungen über die Gattungszugehörigkeit aussprechen können. Wir stehen eben, was den entwicklungsgeschichtlichen Teil der Thysanopterologie betrifft, noch in den ersten Anfängen.

Verzeichnis der Figuren.

Fig. 1. Rechter Fühler der Larve (I. Stadium) von *Rhopalandrothrips obscurus* (Uz.) von unten. — Vergrößerung 265 fach.

Fig. 2. Rechter Fühler der Larve (II. Stadium) von *Rhopalandrothrips obscurus* (Uz.) von unten. — Vergrößerung 265 fach.

Fig. 3. Abdominalborsten der Larve (II. Stadium) von *Rhopalandrothrips obscurus* (Uz.) — Vergrößerung zirka 600 fach.

Fig. 4. Rechter Fühler der Larve (II. Stadium) von *Taeniothrips salicis* (Reut.) — Vergrößerung 265 fach.

Fig. 5. Fühler der Praepupa von *Taeniothrips salicis* (Rt.) von unten. — Vergrößerung 265 fach.

Fig. 6. Abdomenende der Pupa von *Taeniothrips salicis* (Rt.) ♀, von oben. — Vergrößerung 265 fach.

Fig. 7. Abdomenende der Pupa von *Taeniothrips salicis* (Rt.) ♂, von unten. — Vergrößerung 265 fach.



Neue freilebende Nematoden aus Suez

Von

Heinrich Micoletzky (Innsbruck)

Aus dem Zoologischen Institute der Universität Innsbruck

(Mit 13 Textfiguren)

Ergebnisse einer von Dr. Ad. Steuer mit Unterstützung des Ministeriums für Kultus und Unterricht und des Vereines zur Förderung deutscher Kunst und Wissenschaft in Prag unternommenen Studienreise nach Ägypten, III[1].

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Februar 1922)

Aus den von Prof. Ad. Steuer bei Suez an 2 Örtlichkeiten gesammelten und in Alkohol konservierten Proben habe ich bei Durchsicht der gesamten Fänge 1825 freilebende Nematoden gewonnen, die sich auf 24 Gattungen und 46 Arten verteilen. Die beiden Fundplätze sind: 1. Korallenriff, 1 bis 2 *m* Tiefe, Sandgrund mit viel *Ulva lactuca* (L.)[2], *Cystoseira montaguei* J. Ag. und *Sargassum* sp. 1215 Nematoden auf 26 cm^3 Setzvolumen, August 1905. 2. Algen von Steingrund (Kai), Fort Tewfik. 610 Nematoden auf 25 cm^3 sehr feinflockigem Schlamm.

In dieser Mitteilung sollen nur die neuen Arten in alphabetischer Reihenfolge bekannt gemacht werden; eine spätere Abhandlung in diesen Berichten wird die bereits bekannten Arten sowie allgemeine ökologische Angaben enthalten.

Für die gütige Überlassung der reichhaltigen Proben bin ich Herrn Prof. Steuer, dem ich auch für Literaturhinweise, Anregungen und Ratschläge sehr verbunden bin, zu großem Dank verpflichtet.

Bezüglich der Literatur sei erwähnt, daß aus dem Roten Meere meines Wissens bisher nur zweimal freilebende Nematoden bekannt geworden sind: 1891 durch Cobb[3] und 1921 durch

---

[1] Siehe diese Berichte, Bd. 118, Abt. I, November 1909 und Bd. 119, Abt. I, Juni 1910.

[2] Die Bestimmung der Algen verdanke ich meinem ehemaligen Kollegen, Herrn Dr. H. Cammerloher (Java).

[3] Cobb N. A., Arabian Nematodes, in Proceed. of the Linnean Soc. of N. S. Wales. Vol. V. Sydney 1891.

Steiner.[1] Ersterer machte 7 größtenteils neue Arten von Arabiens Küsten, letzterer 4 Arten (davon 2 neue, 1 Varietät) bekannt. Von diesen 10 Arten[2] habe ich mit Sicherheit nur 3[3] wiederfinden können, ein Hinweis, wie unvollständig auch nach meinen Mitteilungen die Nematodenfauna dieses Gebietes bekannt ist.

Zunächst gebe ich der Übersichtlichkeit halber ein alphabetisch geordnetes Verzeichnis aller bei Suez von mir gefundenen Arten; die hier beschriebenen neuen Arten sind **fett** gedruckt.

Anticoma acuminata (Eberth), *Araeolaimus bioculatus* (de Man) v. *filiformis* n. v., *Araeol. (Araeolaimoides) cobbi* Steiner, *Araeol. elegans* de Man; ***Bolbella cobbi*** n. sp.; *Chromadora filiformis* Bast., *Chr. laeta* de Man, ***Chr. mediterranea*** n. sp., *Chr. nudicapitata* Bast., *Chr. (Spilophora) paradoxa* de Man, ***Chr. parapoecilosoma*** n. sp.; *Chr. (Spilophora) parva* de Man, ***Chr. procera*** n. sp.; ***Cyatholaimus (Acanthonchus) steueri*** n. sp.; *Desmodora (Xanthodora) micans* (Eberth), ***Desmodora ditlevseni*** n. sp.; *Enchelidium acuminatum* Eberth; *Enoplus* sp.; *Euchromadora striata* (Eberth); *Eurystoma ornatum* (Eberth); *Halalaimus gracilis* de Man; *Leptosomatum bacillatum* (Eberth); *Linhomoeus obtusicaudatus* de Man, ***Linhomoeus*** sp.$_1$, ***Linhomoeus*** sp.$_2$, ***Linhomoeus*** sp.$_3$; ***Monohystera (Theristus) paranormandica*** n. sp., *Mon. parva* (Bast.), *Mon. polychaeta* Steiner; *Oncholaimus dujardini* de Man, *O. exilis* Cobb (syn. *O. aegypticus* Steiner!), *O. (Viscosia) glaber* Bast., *O. megastoma* Eberth, *O. papilosus* Eberth?, ***Oncholaimus*** sp.; *Pelagonema simplex* Cobb; *Phanoderma tuberculatum* (Eberth); *Sabatiera tenuicaudata* Bast. v. *cleopatris* n. v.; *Symplocostoma tenuicolle* (Eberth), *Sympl. pauli* (Marion); *Syringolaimus striaticaudatus* de Man, ***Syr. brevicaudatus*** n. sp.; ***Thoracostoma steineri*** n. sp.; *Tripyloides vulgaris* de Man, ***Tylenchus mediterraneus*** n. sp.; endlich eine **neue Art eines neuen Genus**, vermutlich aus der *Thoracostoma*-Gruppe.

1. Bolbella cobbi n. sp.

Das von Cobb 1920[4] auf Grund einer einzigen Art *B. tenuidens* aufgestellte Genus *Bolbella* erinnert ungemein an *Symplocostoma* Bast. und unterscheidet sich in beiden Geschlechtern nur durch den Besitz von 6 bis 8 unmittelbar hintereinander gelegenen

---

[1] Steiner G., Beiträge zur Kenntnis mariner Nematoden, in Zoolog. Jahrb., Abt. System, Bd. 44, H 1 bis 2, Jena 1921.

[2] *Oncholaimus exilis* Cobb ist synonym mit *O. aegypticus* Steiner. Diese Art ist mithin gemeinsam.

[3] *Chromadora (Spilophora) paradoxa* de Man 1888 syn. *Spilophora ceylonensis* Cobb 1891, *Oncholaimus exilis* Cobb 1891 und *Symplocostoma tenuicolle* (Eberth) syn. *S, longicolle* Bast.

[4] Cobb N. A., One hundred new Nemas. Contributions to a science of Nematology IX., in Waverly Press, Baltimore, Nov. 1920.

muskulösen Bulben am Hinterende des Ösophagus, die, worauf ich besonders hinweisen möchte, auch an jugendlichen Tieren stets deutlich ausgebildet sind. Die Männchen von *Bolbella* besitzen — wenigstens bei *B. tenuidens* — präanale Hilfsorgane (»ventouses«, »supplements«), die an *Eurystoma* Marion erinnern.

Anfänglich — die vorstehenden Untersuchungen wurden im Herbst 1919 begonnen — habe ich *Bolbella* und *Symplocostoma* nicht in meiner Fangliste (Korallenriff) unterschieden; eine abermalige Überprüfung nach dem Erscheinen der schönen, inhaltsreichen Abhandlung von Cobb ergab, daß an beiden Örtlichkeiten beide Genera, wenn auch in verschiedenem Verhältnis, vorkommen.

Maße von *Bolbella cobbi.*[1]

♀ L 6·3 und 5·5 *mm*, a 105 und 75, b 6·1 und 5·4, c 32·6 und 44, V 56 und 57 %, G_1 9·5 und 6·2 %, G_2 7·0 und 7·1 %, Eizahl 1 beim größeren ♀, 210 : 66 μ, *nr* 43 und 45 %, *Vee* 140·5 und 133 %, *Sd* 3·4 und 4·1.

Gesamtzahl 90, davon 5 ♀ (2_0),[2] kein ♂, Rest juv.

Körperform: Die Körperbreiten am Vorderende (Kopfborstenbasis) : Nervenring : Bulbusende : Körpermitte : After : Schwanzende verhalten sich wie

0·26 (0·205) : 0·8 (0·61) : 0·98 (0·78) : 1 : 0·55 (0·47) : 0·23 (0·19),

wobei an erster Stelle das größere, eingeklammert das kleinere, eierlose ♀ erscheint. Die Verjüngung nach vorne ist weniger beträchtlich als bei der verwandten Art. Im übrigen genügt es, die Unterschiede gegenüber *B. tenuidens* hervorzuheben. 1. Unsere Art besitzt eine glatte, ungeringelte, nicht längsstreifige Kutikula gegen *B. t.* mit außerordentlich fein quergeringelter und längsstreifiger Kutikula. 2. Die Körperwand beträgt $^1/_4$ gegen $^1/_3$ des Radius, ist mithin bei *B. c.* dünner. 3. Die Halsborsten bleiben viel kürzer (*B. c.* $^1/_4$ bis $^1/_5$ des entsprechenden Körperdurchmessers gegen 1 Körperdurchmesser und darüber bei *B. t.*) 4. Pigment und Linse sind wie bei *Symplocostoma tenuicolle* entwickelt, fehlen aber bei *B. t.* 5. Die Ventraldrüse ist groß und auffällig, links verschoben, das Ventraldrüsenende 4 bis 6·4 Körperbreiten am Ösophagusende von diesem entfernt; bei *B. t.* ist die Drüse klein, ventral und ihr Ende nur etwa 3 Körperbreiten entfernt. Der Exkretionsporus liegt bei unserer Art auf halber Mundhöhlenhöhe, die Exkretionsendblase weit dahinter. 6. Der Ösophagus trägt stets nur 6 gleich große

---

[1] L bedeutet absolute Körperlänge, a relative Körperbreite, b relative Ösophaguslänge, c relative Schwanzlänge als Quozient der Körperlänge, V Vulvalage in Körperlängeprozenten vom Vorderende, G_1, G_2 vordere, beziehungsweise hintere Gonadenausdehnung in Prozenten der Körperlänge, *nr* Nervenring in Prozenten der Ösophaguslänge vom Vorderende, *Vee* Ende der Ventraldrüse in Ösophaguslängeprozenten vom Vorderende, *Sd* Schwanzdrüsenzellenbeginn in Schwanzlängen vom After gemessen.

[2] $_0$ als Index einer Ziffer bedeutet die Anzahl der eiertragenden Weibchen.

Bulben, bei *B. t.* nach Cobb's Abbildung deren 8, der vorderste ist kleiner. 7. Der Enddarm ist stets länger (1·2 bis 1·4) als der entsprechende Körperdurchmesser, bei *B. t.* ebenso lang. 8. Das Schwanzende trägt keine Borsten, bei *B. t.* werden beim ♂ (ob auch beim ♀?) mehrere Endborsten gezeichnet.

Der Hauptunterschied liegt in den Halsborsten, Ocellen, Ösophagealbulben und Ventraldrüse.

Vorkommen: Suez 1 15 Tiere; Suez 2 75 Tiere als zweithäufigste Art! Rovigno,[1] Arca-Grund 25 *m* tief, überall zusammen mit *Symplocostoma tenuicolle.*

Chromadora Bast.

mit dem SG. *Spilophora* (Bast.).

Dieses Genus läßt nach den mir vorliegenden Mittelmeervertretern eine Einteilung zu in eine Untergruppe *A* mit punktförmiger Auflösung der Kutikula, meist kugeligem bis birnförmigem Ösophagealbulbus und dorsoventral nicht stark verschiedenen Endröhrchen, sowie in eine Untergruppe *B* mit wenigstens in oder hinter der Körpermitte in Stäbchen auflösbaren Kutikularkörperchen, mit meist länglichem, 2 oder mehrere muskelarme Unterbrechungen aufweisendem Ösophagealbulbus und kurzem, dorsoventral verschieden stark gekrümmten Endröhrchen.[2]

Die unten beschriebenen neuen Arten gehören zu Gruppe *B.*

2. **Chromadora mediterranea** n. sp.

Fig. 1 *a* bis *c.*

Maße: *L* ♀ 0·83 *mm* (0·96 *mm*),[3] *a* 27 (20), *b* 6·6 (4·7), *c* 7·2 (6·9), *V* 45 (52 %), G_1 15·3 %, G_2 16·6 %, 1 Ei 28 : 24 µ. ♂ *L* 0·99 *mm*, *a* 25, *b* 5·1, *c* 7, *Pz*[4] vermutlich 3. Gesamtzahl 3, davon ♀ 2 (1_0), ♂ 1, Sexualziffer 50 (*n* 3).[5]

Körperform: Schlank bis mäßig schlank, beiderseits nicht auffallend verjüngt. Breite am Vorderende (Kopfborstenbasis) $^1/_3$ beim ♀, $^1/_2$ beim ♂, am After mehr als $^1/_2$ beim ♀, $^4/_5$ beim ♂; als Einheit gilt die größte Körperbreite. Kutikula deutlich geringelt, dick. Ringel am Vorderende deutlich vorspringend, nach hinten zu

---

[1] Zahlreiche Proben von Rovigno, die zu einer Nematodenfauna der Adria verarbeitet werden, verdanke ich dem gegenwärtigen Leiter der zoologischen Station, Herrn Prof. Dr. Raff. Issel.

[2] Diese Gruppe bietet manche Anklänge an *Euchromadora* de Man nach der Fassung Steiner's 1918 dar; die unter *Euchromadora* SG. in meiner Erdnematoden-Abhandlung 1921, Archiv für Naturgeschichte, zusammengefaßten Arten gehören hierher.

[3] Eingeklammert das größere, nicht eiertragende ♀.

[4] *Pz* bedeutet Zahl der Präanalpapillen.

[5] *n* bedeutet die Anzahl der der Angabe zugrundeliegenden Tiere.

sich abflachend. Kutikula-Auflösung am Vorderkörper Körner (Fig. 1, *ck*), bei anderer Einstellung winkelig begrenzte, beziehungsweise sechseckige Gebilde (ck_1), nach hinten zu allmählich als Stäbchen erscheinend (Fig. 1 *b*, *c*, *ck*). Diese Stäbchenquerreihen sind durch strukturlose Querreihen unterbrochen, diese sind etwa ebenso breit als die Entfernung der Stäbchen voneinander in den Querreihen beträgt. Am Schwanze treten die Stäbchen besonders deutlich hervor. Seitlich läßt sich keine Strukturänderung erkennen. Sub-

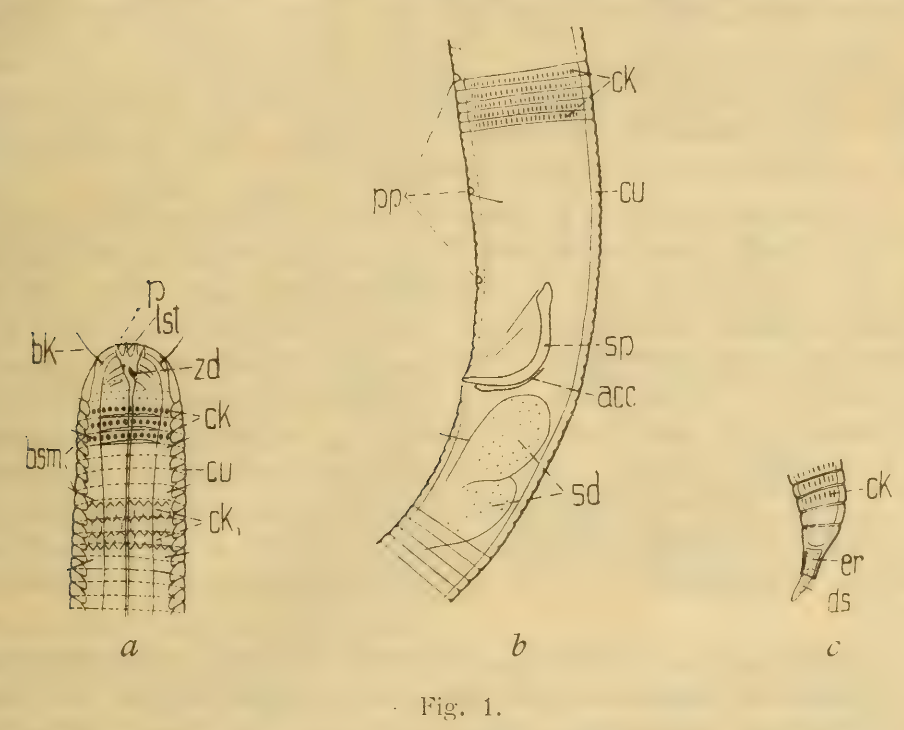


Fig. 1.

Chromadora mediterranea.

a Vorderende bei Seitenansicht von links, 850 : 1; *b* Kopulationsapparat des ♂, Seitenansicht, 850 : 1; *c* Schwanzende desselben ♂, Seitenansicht von links, 850 : 1.

Die nähere Figuren(Buchstaben)erklärung folgt am Schluß!

mediane Borsten vorhanden, wie gewöhnlich am Vorderkörper und namentlich am Schwanz deutlicher. Seitenfelder breiter als $^1/_3$ des Körperdurchmessers.

Vorderende (Fig. 1 *a*) nicht abgesetzt, ± abgestutzt bis leicht abgerundet. Borsten (4) zart, mitunter abgebrochen, $^1/_2$ der Körperbreite auf Borstenhöhe erreichend. Vorderste Partie der Kutikula dünn und strukturlos, vordere Kutikularkörper kleiner als die folgenden. Papillen und innere Lippenstreifen (*p*, *lst*) typisch. Mundhöhle gewöhnlich, Zähne tiefer sitzend, nie den Vorderrand erreichend. Das Ösophagealgewebe ist vorne leicht erweitert, ohne jedoch merklich muskelkräftiger zu sein als der folgende Teil. Hinter der Mundhöhle findet sich eine muskelarme Strecke im Gewebe, so daß ein Pharyngealbulbus angedeutet erscheint. Ozellen fehlen. Ösophagus mit verlängertem Endbulbus, mit 2 muskelarmen

Stellen. Körper — zum größten Bulbusdurchmesser wie 10:7. Ventraldrüse wohl ausgebildet, längsgestreckt, zweizellig, vordere Zelle gewöhnlich hyalin, hintere körnig. Die Ausdehnung der Ventraldrüse[1] unterliegt bei dieser Art so großen Schwankungen, daß ich anfangs bei meinen reichhaltigen Adriavertretern 2 Unterarten unterschieden habe, wovon ich später Abstand nahm. Den Porus konnte ich leider nicht auffinden. Darm 6 bis 8 Zellen im Umfang, dünnwandig, Glykogenkörner zerstreut, bis 15 μ an Durchmesser erreichend. Enddarm so lang als der anale Körperdurchmesser.

Geschlechtsorgane: ♀ ohne Besonderheiten. Zwischen Uterus und Ovidukt liegen beiderseits stark lichtbrechende, 1·8 bis 2 μ messende Spermien. Umschlag $^2/_3$. Ei mit mäßig rauher, punktiert erscheinender Oberfläche.

♂ Spikularapparat *Chromadora*-artig. Spikula (Fig. 1 *b, sp*) ziemlich schlank, akzessorisches Stück (*acc*) der Hauptsache nach dorsal eng anliegend. Die 3 Präanalpapillen[2] (*pp*) sind so zart und unscheinbar, daß, wenn die Aufmerksamkeit nicht auf sie gerichtet ist, sie übersehen werden. Mit Immersion sind sie fast immer deutlich nachweisbar. Die hinterste Papille liegt vor oder am Spikulabeginn, die vorderste meist $^1/_3$, selten $^1/_2$ der Schwanzlänge vom After entfernt. Schwanz mit dreizelliger Schwanzdrüse (Fig. 1 *b, sd*). Schwanzdrüsenendröhrchen (Fig. 1 *c, er*) kurz, nur wenig länger als seine Basisbreite (beim ♀ das 1·2-, beim ♂ das 1·5 fache, *n* jederseits 3). Das Endröhrchen ist leicht schief abgestutzt.

Vorkommen, Fundort: In der ständig untergetauchten Küstenregion, mitunter auch in der auftauchenden, fehlt in Wasser mit brackischem Einschlag. Adria (Rovigno, Meleda, Omblabucht bei Ragusa, Bocche di Cattaro), Suez 1.

Verwandtschaft und Unterscheidung siehe *Chr. procera.*

3. Chromadora parapoecilosoma n. sp.

(Fig. 2.)

Maße: ♀		♂	
L 1·06 *mm* (0·88 bis 1·21)	} 14 (70)	*L* 1·1 *mm* (0·88 bis 1·28)	} 18
a 28 (22 bis 31)		*a* 36 (26 bis 45)	
b 8·1 (6·7 bis 9·7)		*b* 8·3 (5·4 bis 10)	
c 8·3 (7·2 bis 9·7)		*c* 8·5 (7·2 bis 10·4)	
V 47 % (46 bis 50·5)		*Gb*[3] 29 % (28 bis 31) 3	
G_1 14·4 % (8·5 bis 20)	} 13 (70)	*Pz* 5, *n* 18	
G_2 14·8 % (12 bis 20)		*Pbg*[4] 0·5 (0·37 bis 0·65) 13	
Eizahl 1·57 (1 bis 3) 7		*Vee* 59 % (38 bis 72) 6	
Eigröße 43:32 μ (40 bis 50:26 bis 40) 7			
Vee 57·5 % (44 bis 68) 8			

Gesamtzahl 55, davon ♀ 34 (19_0), ♂ 20, Sexualziffer 59 (*n* 54).

---

[1] Bei den Tieren aus der Adria beträgt *Vee* 158 % (142 bis 179) *n* 22.

[2] In der Adria traf ich unter 12 ♂ zwei mit nur 2 Papillen.

[3] *Gb* bedeutet Genitalbeginn in Körperlängeprozenten vom Vorderende.

[4] *Pbg* bedeutet Papillenbeginn in Schwanzlängen vom After an.

Diese neue, auch in der Adria häufige und verbreitete Art steht *Chr. poecilosoma* de Man[1] so nahe, daß es genügt, die Unterschiede hervorzuheben. Unsere Art bleibt kleiner, erscheint weniger schlank und besitzt einen längeren Ösophagus. Die Kutikula trägt eine deutlich erhabene, eigentümlich gezeichnete, schmälere Seitenmembran (Fig. 2, *sm*), die Zahl der präanalen Papillen (5 gegen 7) des ♂, die der Eier (1 bis 2 gegen bis 7) des ♀ ist geringer. Außerdem gibt es wenigstens unter den adriatischen Tieren augentragende (v. *ocellata* n. v.).

Eine genauere Betrachtung verdient die Kutikula. Im wesentlichen wie bei der Vergleichsart gebaut, lassen sich die zwischen den Kutikularkörpern (*ck*) liegenden, submedian schmäler werdenden Querbänder interannulär nur am Vorderende punktförmig auflösen. In der Körpermitte sind sie homogen. Die Entfernung der auffallend groben, seitlichen Punkte (ck_1)[2], die die erhabene Seitenmembran einfassen, ist größer als bei *Ch. poecilosoma*. Sie beträgt $^1/_6$ auf Ösophagushöhe, $^1/_9$ in der Körpermitte, $^1/_8$ der entsprechenden Körperbreite auf Afterhöhe gegen etwa $^1/_{14}$ bei der Vergleichsart. Die erhabene Seitenmembran (*sm*), bei hoher Einstellung (Fig. 2 *a*) sichtbar, ist sehr schmal, viel schmäler als die tiefer gelegenen innersten seitlichen, groben Kutikulakörner (ck_1). Leider sagt de Man über die Breite dieser Seitenmembran, die bei der neuen Art sich vom Ösophagusende bis ins vorderste Schwanzdrittel erstreckt, nichts aus. Seine Abbildungen (Fig. 7 *c*, *e*), die allerdings die Analgegend betreffen, zeichnen die Seitenmembran viel breiter als bei unserer Art, stets breiter als die innersten seitlichen Kutikulakörner.

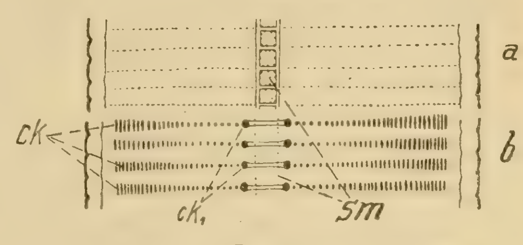


Fig. 2.

Chromadora parapoecilosoma n. sp.
Teilstück aus der Körpermitte, Seitenansicht. *a* bei hoher, *b* bei tiefer Einstellung. 850 : 1.

Submedian sind die Körnchenreihen, beziehungsweise Stäbchen wie gewöhnlich unterbrochen, in Körpermitte beträgt der stäbchenlose Teil $^1/_5$ des Körperdurchmessers. Die Struktur der Kutikula ist hier lediglich eine feine Querringelung. Im übrigen erinnert die Kutikula dieser Art an *Euchromadora vulgaris*, so durch die Teilung der medianen Platten in submediane Platten in der Ösophagealgegend usw. Nicht uninteressant ist die späte Erwerbung der verwickelten Kutikularstruktur im Laufe des individuellen Lebens.

---

[1] Cinquième note sur les Nématodes libres de la mer du Nord et de la Manche, in Mém. Soc. Zool. de France, 1893.

[2] Diese Punkte beginnen wie bei *Chr. poec.* in der Nähe des Vorderendes und reichen bis ans Schwanzende, ein wichtiger Unterschied beider Arten gegenüber *Chr. filiformis* (Bast.). Diese Punkte (ck_1) treten nicht immer so hervor wie in Fig. 2.

So fand ich in der Adria unter 38 juv. vor der letzten Häutung nur sechsmal seitlich differenzierte Kutikularkörper und eine Seitenmembran (das einzige juv. aus Suez gehört hierher!); während der letzten Häutung des ♀ (Vulvaanlage) tragen unter 10 Fällen die Hälfte eine Differenzierung, bei 2 ♂ mit Spikulaanlage erscheinen beide mit seitlicher Ausprägung der Kutikula. Die kennzeichnende seitliche Kutikulardifferenzierung wird daher offenbar vielfach erst mit der letzten Häutung erworben, so daß hier wie anderwärts (*Chr. paradoxa* und andere Arten zeigen Ähnliches) bei Beurteilung von Jugendstadien Vorsicht am Platze ist.

Vorderende, Mundhöhle, Seitenorgane wie bei der Vergleichsart. Ösophagealbulbus mit 3 Unterbrechungen in der Muskulatur, die hinterste ist die größte. Ventraldrüse groß, langgestreckt, zweizellig, wie bei vorstehender Art; wenn sie gefüllt ist, findet eine Verlagerung nach rechts statt. Da meist eine deutliche Ampulle zu sehen ist, läßt sich der stets vor dem Nervenring gelegene Porus verhältnismäßig leicht auffinden. Eier fein, aber deutlich bestachelt, Vulvadrüsen sind vorhanden. Kopulationsapparat wie bei der Vergleichsart, so ließen sich auch die beiden äußeren Dornen des akzessorischen Stückes erkennen. Die Präanalpapillen sind von mittlerer Deutlichkeit, bei Betrachtung von der Seite wie gewöhnlich aus je 2 kommaartigen Stücken bestehend. Ihre Zahl betrug bei Suez stets 5, in der Adria fand ich unter 41 ♂ einmal nur 3 Papillen. Die hinterste Papille liegt auf der Höhe des inneren Spikulumendes. Schwanz wie bei der Stammart. Endröhrchen nur wenig länger als seine Basis (1·25 ×), bilateralsymmetrisch gebaut.

Vorkommen: Im Korallenriff (Nr. 1) die dritthäufigste, an den Kaisteinen (Nr. 2) die 20. Art. In der Adria recht häufig und sehr verbreitet, namentlich an der ständig untergetauchten, algenreichen Küste. Auch im auftauchenden Gürtel vorhanden, doch seltener. Gegen brackische Einflüsse weniger empfindlich als die voranstehende Art.

Fundort: Suez 1 52 Tiere, Suez 2 3 Tiere. Adria (Rovigno, Meleda, Ombla-Bucht, Bocche di Cattaro), Marmarameer.

Verwandtschaft und Unterscheidung. Nächststehende Arten: *Chr. poecilosoma* siehe oben. Von *Chr. filiformis* (Bast.) nach de Man's[1] Beschreibung durch die bei unserer Art bis ans Vorder- und Hinterende seitlich differenzierte Kutikula unterschieden (bei *Chr. f.* vorne am oder vor dem Ösophagealbulbus, hinten am letzten Schwanzdrittel aufhörend), außerdem sind bei unserer Art die groben seitlichen Punkte weiter entfernt ($^1/_6$ bis $^1/_9$ gegen $^1/_7$ bis $^1/_{10}$ des Körperdurchmessers) usw.

Von *Spilophora heymonsi* Steiner, 1921[2], von der nur das ♀ bekannt ist, unterscheidet sich unsere Art vielleicht durch den

[1] Quatrième note sur les Nématodes libres de la mer du Nord et de la Manche, in Mém. Soc. Zool. de France, Paris 1890.

[2] L. c.

Besitz der erhabenen Seitenmembran[1], leider kann Steiner hierüber keine Angaben machen, ferner durch die kürzeren Kopf- und Körperborsten (bei *Chr. parap.* $^1/_2$- bis $^3/_5$-, bei *S. h.* 1 $^1/_3$ facher entsprechender Körperdurchmesser), sodann durch das Fehlen der bei *S. h.* vorhandenen augenfälligen Zahnmuskulatur, die *S. h.* im Verein mit der Zahnbildung meines Erachtens zu *Hypodontolaimus* weist und endlich durch den langgestreckten, mehrere Unterbrechungen aufweisenden Ösophagealbulbus, während Steiners Art einen schwachen, birnförmigen Bulbus trägt.

4. **Chromadora procera** n. sp.

(Fig. 3 *a* bis *c*)

Maße:	♀			♂		
	L	0·78 *mm* (0·7 bis 0·84)	15 (3_0)	*L*	0·83 *mm* (0·58 bis 1·2)	19
	a	31·5 (26 bis 44)		*a*	40·5 (32 bis 63·5)	
	b	6·2 (5·4 bis 6·8)		*b*	6·3 (4·9 bis 8·3)	
	c	6·5 (6·0 bis 7·9)		*c*	8·1 (6 bis 10·4)	
	V	47·5 % (45 bis 53)		*Pz*	5·1 (5 bis 6)	
	Eizahl	1, *n* 4		*Gb*	30 %, *n* 1	
	Eigröße	40 : 25 µ (37 bis 42 : 22 bis 27) 3		*Pl*	0·75 (0·56 bis 0·9) 17	
	G_1	13 bis 14·2	2	*Vee*	59, 70 %, *n* 2	
	G_2	12 bis 14·8				
	Vee	72 %, *n* 1				

Gesamtzahl 41, davon ♀ 17 (4_0), ♂ 19, Sexualziffer 112 (*n* 36).

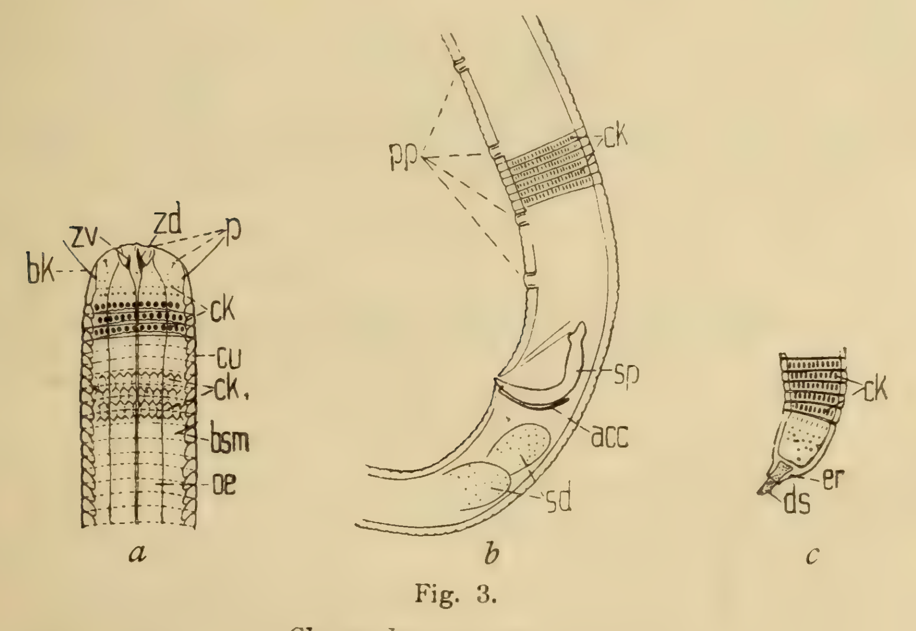


Fig. 3.

Chromadora procera n. sp.

a Vorderende eines ♀ bei Seitenansicht von links, 850 : 1. *b* bis *c* Kopulationsapparat und Schwanzende eines ♂ von links, 850 : 1.

Diese neue schlanke Art steht *Chr. mediterranea* so nahe, beziehungsweise sieht ihr so ähnlich, daß es genügt, die Unterschiede hervorzuheben. In der Körperform etwas schlanker

[1] Längswulst nach Steiner.

(Benennung!), stimmt der Bau der Kutikula beider Arten nahezu völlig überein. Die Kutikuladicke auf Ösophagusmitte, Körpermitte und Schwanzmitte beträgt 1·3, 1·7 und 1·9 μ, die entsprechenden Ringelbreiten 1·8, 2 und 1·8 μ (*n* 4, 2 ♂, 2 ♀). Die bei *Chr. m.* stets deutliche Ventraldrüse ist hier nicht oder kaum angedeutet. Die spitzeren Mundhöhlenzähne (Fig. 3 *a*, *zd*, *zv*) stehen weiter vorne und ragen an konservierten Tieren nicht selten dolchartig mit ihrer Spitze aus der Mundöffnung heraus, während sie bei der Vergleichsart tiefer sitzen und nicht so weit vorgestreckt werden können. Auch sind die Subventralzähne (*zv*) bei unserer Art größer.

Der Hauptunterschied, der es meist sofort ermöglicht, beide Arten sicher auseinanderzuhalten, ist der ♂-Kopulationsapparat. Hier sind die Präanalpapillen zahlreicher (5 gegen 3, selten 2 bei *Ch. m.*) und deutlicher (Fig. 3 *b*, *pp*) entwickelt. Außerdem sind die Spikula (*sp*) stärker gekrümmt, das akzessorische Stück (*acc*) ist relativ länger ($^3/_4$ gegen $^1/_2$ oder wenig über $^1/_2$ der Spikulalänge), der Schwanz ist plumper, namentlich das Ende (siehe Fig. 3 *c* und 1 *c*, endlich ist die Beborstung bei *Chr. procera* spärlicher wie bei der Vergleichsart.

Alle übrigen Merkmale zeigen gute Übereinstimmung, doch zeigen beide Arten nicht so viel Gemeinsames, um sie im Rahmen einer Art unterzubringen.

Vorkommen: Während *Chr. mediterranea* in der Adria ziemlich häufig bei mäßiger Verbreitung gefunden wird und *Chr. procera* nur einmal beobachtet wurde, verhält es sich bei Suez anscheinend umgekehrt. So habe ich *Chr. procera* allerdings nur an der Hafenmauer als dritthäufigste Art angetroffen.

Fundort: Suez 2 41 Tiere, Adria: Bocche di Cattaro 1 Tier.

5. Cyatholaimus (Acanthonchus) steueri n. sp.

(Fig. 4 *a bis c*.)

A. typ. ♀ *L* 1·07 *mm* (0·98 bis 1·2)
a 27 (24 bis 31)
b 5·8 (5·3 bis 6·2)
c 10·7 (10·3 bis 11·4)
V 47 % (41·3 bis 48·5) } 6 (3_0)
G_1 12 % (10 bis 14)
G_2 11 % (9 bis 14)
Eizahl 1·3 (1 bis 2) } 3
Eigröße 46 : 30 μ (42 bis 52 : 27 bis 36) 4
Oc[2] 10·5 % (9·4 bis 12)
expo[3] 11·5 % (11 bis 12) } 3

♂ *L* 0·94 *mm* (0·85 bis 1·1)
a 28 (24 bis 31)
b 5·5 (5·2 bis 5·8)
c 11·4 (10 bis 12) } 4
Gb 37 %, *n* 1
Pz 4·8[1] (4 bis 5) 5
Pbg 1·04 (0·96 bis 1·1) 4
Oc 10·6 % (9 bis 11·8)
expo 12·5 (1·18 bis 13·3) } 3

---

[1] Ohne die beiden unscheinbaren, knapp vor dem After gelegenen Papillen!

[2] *Oc* bedeutet Ocellenentfernung vom Vorderende in Ösophaguslängeprozenten.

[3] *expo* bedeutet Exkretionsporusentfernung vom Vorderende in Ösophaguslängeprozenten.

B. v. caecus.

1 ♀ *L* 0·83 *mm*, *a* 22, *b* 5·3, *c* 9·5, *V* (Anlage) 49 %, während der letzten Häutung.

Gesamtzahl 27, davon ♀ 9 (3_0, in Häutung 2) ♂ 7, Sexualziffer 78 (*n* 16).

Cobb hat 1921[1] das neue Genus *Acanthonchus* mit der einzigen Art *A. viviparus* aufgestellt, das sich von *Cyatholaimus*

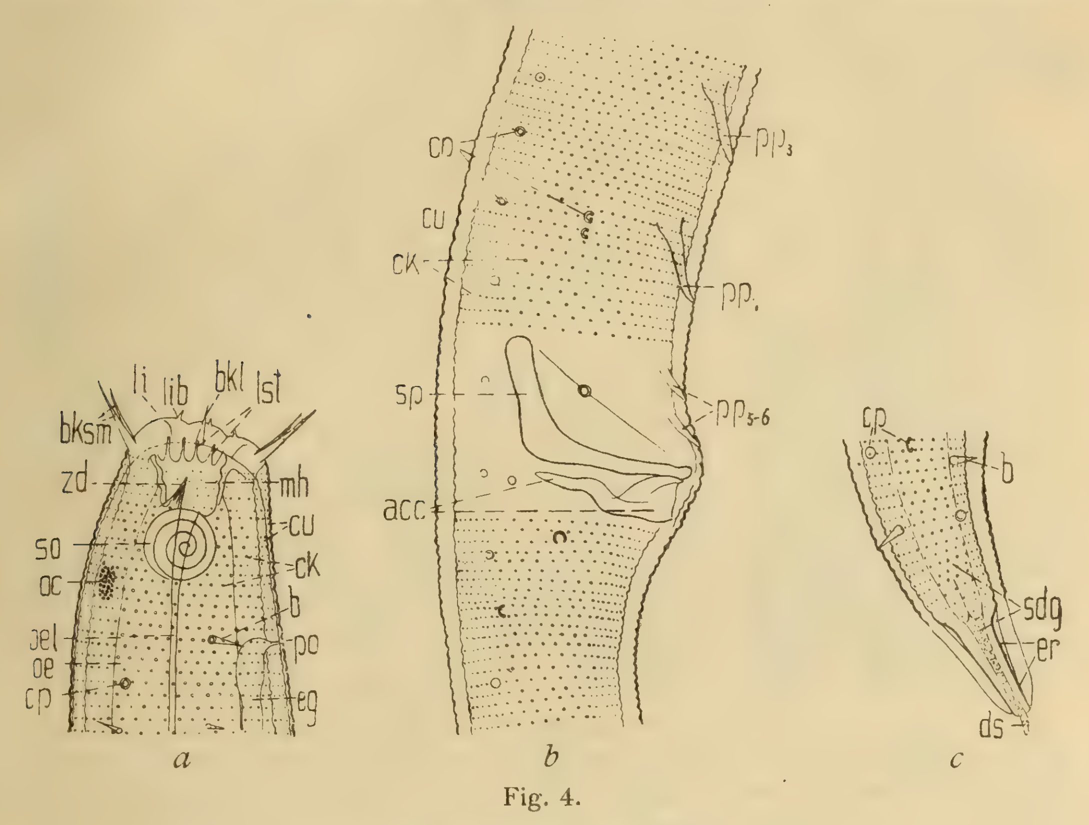


Fig. 4.

Cyatholaimus (Acanthonchus) steueri n. sp.

a Vorderende bei Seitenansicht von rechts, 850 : 1; *b* Kopulationsapparat eines ♂ bei Seitenansicht von rechts, 850 : 1. In der Spikulagegend ist die Kutikulakörnelung nicht eingetragen. *c* Schwanzende eines ♂ bei Seitenansicht von rechts, 1270 : 1.

nur durch den kräftig entwickelten dorsalen Mundhöhlenzahn unterscheidet, was mich veranlaßt, *Acanthonchus* als Subgenus zu *Cyatholaimus* einzureihen.

Meine neue, zu Ehren des hochverdienten Adriaforschers A. Steuer, dem ich das vorliegende wertvolle Material verdanke, benannte Art unterscheidet sich von *C. (A.) viviparus* Cobb:

1. Die Papillen der Lippen sind bei unserer Art (Fig. 4 *a*, *lib*) borstenartig und ragen stärker hervor als bei der amerikanischen.

2. Unsere Art ist, soweit meine Beobachtungen reichen, ovipar, denn ich sah wohl Eier mit glatter Schale, deren Stellung in

[1] L. c.

Vulvanähe auf unmittelbar bevorstehende Ablage deutete, nie aber gefurchte oder gar Embryonen enthaltende Eier, wie dies Cobb für seine Art vermerkt.

3. Beim ♂ finden sich außer den 4 bis 5 größeren präanalen chitinisierten Drüsengängen (Fig. 4 *b*, *pp* 3 bis 4), die einander in größeren, etwa gleichen Abständen folgen, knapp präanal 2 kleine, leicht übersehbare, einander genäherte, schwächer chitinisierte Drüsengänge (Papillen, siehe Fig. 4 *b*, *pp* 5 bis 6), während Cobb nur 4 »exiquidistant supplements« angibt.

4. Die größeren präanalen Drüsenröhrchen (*pp* 1 bis 4) erreichen etwa $^1/_3$ des entsprechenden Körperdurchmessers an Länge. Bei *C. (A.) viviparus* nehmen diese Gebilde nach vorne an Größe zu, so zwar, daß das vorderste den Körperdurchmesser an Länge erreicht. Was die Kopfborsten betrifft (Fig. 4 *a*, *bsm*, *bl*), so konnte ich von einer Gliederung, wie dies Cobb angibt (»setae two -or three-jointed«) und zeichnet, nichts bemerken. Ich vermute, daß die Borsten ein derartiges Aussehen, das wohl auf verschieden stark chitinisierte Teile zurückzuführen sein dürfte, erst in Kanadabalsam erhalten. Von den 4 bis 6 Längsstreifen auf der Kutikula, den »wings« von Cobb, habe ich bei meiner Art nichts gesehen. Die Kutikula ist seitlich (Fig. 4 *a* bis *c*) gröber punktiert als median und submedian, zeigt aber median nicht mehr Querringel als seitlich. (Gegensatz zu manchen Cyatholaimen.) Die Ventraldrüse liegt auch hier am Mitteldarmbeginn, bei einem eiertragenden ♀ sah ich sie deutlich zweizellig, nach rechts verschoben.

Von unserer neuen Art lassen sich ein Typus mit 2 deutlichen, aus grobkörnigem Pigment bestehenden braunen bis bräunlichroten (Alkoholkonservierung durch 14 Jahre, hierauf Überführung in Glyzerin), linsenlosen Ozellen (Fig. 4 *a*, *oc*) und eine *v. caecus* n. v., die dieses Pigment zwar stark rückgebildet, doch mit Immersion betrachtet, meist noch erkennbar aufweist. Typus und Varietät zeigen in allen übrigen Merkmalen völlige Übereinstimmung.

Von sonstigen Merkmalen sei erwähnt, daß der Darm mitunter ziemlich dunkel erscheint, was durch grau bis schwärzliche Glykogenkörner bewirkt wird, eine wohl auf die Nahrung zurückzuführende, auch anderwärts von mir (so z. B. bei *Anticoma acuminata*) beobachtete Erscheinung.

Vorkommen, Fundort: Suez, Korallenriff 19 Tiere (an 7. Stelle), Hafenmauer 8 Tiere (13. Stelle). In der Adria bei Rovigno, ferner bei Neapel.[1]

Verwandtschaft und Unterscheidung: Von der einzigen, im kalifornischen Küstenschlamm aufgefundenen Art des Subgenus durch obige 4 Merkmale unterschieden.

---

[1] Eine reichhaltige Sammlung freilebender Nematoden, deren Bearbeitung, sobald es die Umstände ermöglichen, erfolgen wird, verdanke ich durch Vermittlung meines verehrten Freundes, Herrn Dr. G. Steiners, Herrn Prof. Dr. E. Bresslau.

6. Desmodora ditlevseni n. sp.

Fig. 5.

Ein einziges ♀ mit folgenden Maßen: *L* 1·57 *mm*, *a* 41, *b* 10·5, *c* 16·4, *V* 51 %, G_1 11·6 %, G_2 14·3 %. Alle Maße liegen innerhalb der von mir auf Grund meiner adriatischen Tiere gewonnenen Variationsbreite (12 ♀).

Diese Art erhielt ihren Namen zu Ehren des um die Kenntnis mariner Nematoden sehr verdienten Dänen Hj. Ditlevsen.

Körperform: Schlank, beiderseits mäßig verjüngt. Kutikula sehr fein geringelt, Ringelabstand 0·5 bis 0·6 μ in Körpermitte, viel gröber am Vorderkörper (1·1 μ), etwas feiner am Schwanze (0·85 μ). Wie bei verwandten Arten, sind die Ringe nicht immer ganz geschlossen, sondern teilen sich mitunter (siehe Fig. 5, unterstes Drittel). Vorderende und Schwanzspitze (etwas weniger als $^1/_6$) wie gewöhnlich ungeringelt. Kutikula dick (3·3 μ), innerste Schichte am dicksten. Körperborsten (Fig. 5, *b*) sehr klein, unscheinbar, in 8 Längsreihen. Seitenfelder (*sf*) infolge der zarten Querringelung deutlich, von $^1/_3$ der Körperbreite, 2- bis 3 zellig. Vorderende (Fig. 5) mit 10 Kopfborsten (*bkl*, *bksm*), die seitlichen kleiner. Kutikula am Kopfe wie gewöhnlich stark verdickt (*cuk*), bis 3·5 μ (dahinter nur 2·8 μ), Oberfläche leicht genarbt, punktiert. Die Körperborsten greifen auf den hinteren Kopfabschnitt über. Seitenorgane auffallend groß (durchschnittlich $^1/_4$ des entsprechenden Kopfdurchmessers), deutlich doppelt begrenzt. Kennzeichnend für diese Art ist der Farbstoffreichtum. Das Pigment

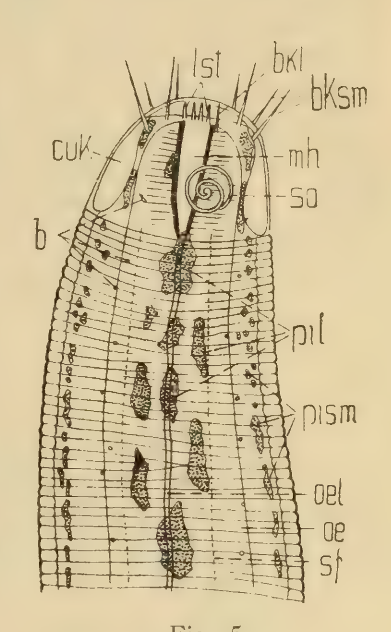


Fig. 5.

Desmodora ditlevseni n. sp.

Vorderende eines ♀. Seitenansicht von rechts, 850 : 1.

(*pil, pism*) liegt subkutikulär, ist körnig, ± gehäuft zu unregelmäßig begrenzten Gebilden, von stark gelblicher Farbe (Alkoholkonservierung) und läßt sich bis in den Schwanz hinein verfolgen. Mundhöhle geräumig, deutlich chitinisiert, völlig zahnlos. Das Vestibulum ist wie gewöhnlich längsgerippt (*lst*). Ösophagus ohne Besonderheiten. Endbulbus zwiebelförmig, Innenauskleidung kräftig chitinisiert. Mit 2 gut ausgebildeten Unterbrechungen der Muskulatur, die vordere am Beginn des ersten, die hintere am Anfang des letzten Drittels. Bulbuslänge etwa $^1/_4$ des Gesamtösophagus oder weniger einnehmend. Mitteldarmbeginn mit deutlichen Ösophagealenddrüsen, Darm ohne Besonderheiten. Geschlechtsorgane des ♀ mit sehr deutlich chitinisierter Vulva, Gonadenumschlag $^1/_2$ bis $^2/_3$. Der Vollständigkeit halber sei vom ♂ erwähnt, daß weder prä- noch postanale Papillen oder Kopulationshöcker noch besondere Borsten vorkommen. Spikulum und akzessorisches Stück zeigen nichts Außergewöhnliches.

Schwanz bei beiden Geschlechtern gleichmäßig konisch verjüngt. Endröhrchen etwas länger als die Basisbreite (1·3 mal als Durchschnittswert von 6 Messungen) mit abgestutztem Ende.

Vorkommen, Fundort: Suez, Hafenmauer 1 Tier. Adria (Rovigno, Meleda, Cattaro, nicht häufig, mäßig verbreitet), in Gesellschaft von *Desmodora micans*.

Verwandtschaft, Unterscheidung: Von der gleichfalls bei Suez aufgefundenen, leider nur nach einem einzigen jugendlichen Tier bekannten *D. merostomacha* Steiner 1921[1] durch folgende Merkmale unterschieden. 1. Kopfborsten 10, bei *D. m.* nur 4. 2. Mundhöhle geräumig, deutlich chitinisiert, bei *D. m.* verengt. 3. Seitenorgane auf oder hinter der Kopfmitte, bei *D. m.* dem Vorderrande sehr genähert. 4. Ösophagealbulbus zwiebelförmig, $^1/_4$ oder weniger der Gesamtösophaguslänge einnehmend, bei *D. m.* sehr verlängert, nahezu die Hälfte einnehmend. 5. Subkutikulares Pigment stark entwickelt, bei *D. m.* nicht bekannt. Alle diese Unterschiede lassen sich auch an jungen, nur 0·86 *mm* langen Tieren von *D. ditlevseni* deutlich erkennen.

7. **Linhomoeus** sp.$_1$.

(Fig. 6 *a* bis *c*.)

Vom Genus *Linhomoeus* Bast. habe ich in Suez 4 Arten gefunden, die bis auf *L. obtusicaudatus* nicht bestimmt werden konnten und vermutlich neue Arten vorstellen. Leider handelt es sich in vorliegendem Falle nur um ein jugendliches Tier, während *L.* sp.$_2$ nur durch ein Bruchstück vertreten ist.

Maße: *L* 1·04 *mm*, *a* 34·5, *b* 8·5, *c* 7·3, *nr* 53·5 %. Gesamtzahl 1 juv.

Körperform: Beiderseits mäßig verjüngt. Die Körperdurchmesser auf Kopfborsten—Nervenring—Mitteldarmbeginn—Körpermitte und Afterhöhe verhalten sich wie 45 : 81 : 100 : 76 : 65. Die größte Breite am Ösophagusende ist häufig bei Jugendformen. Kutikula glatt, innere Schichte sehr fein quergeringelt, kaum wahrnehmbar. Körperborsten zerstreut, namentlich am Vorderkörper und Schwanz. Vorderende (Fig. 6 *a*) nicht abgesetzt, Vorderrand abgestutzt, mit 4 Submedianborsten (*bk*), vermutlich 3 Lippen mit je 1 winzigen Papille (*p*). Seitenorgane (*so*) sehr deutlich, kreisrund, mit zentraler Erhebung (in der Abbildung infolge Drehung scheinbar exzentrisch). Seitenorganvorderrand vom Vorderende einen Seitenorgandurchmesser entfernt. Mundhöhle (*mh*) fast fehlend, vermutlich mit winzigen Zähnchen. Ösophagus schmal, weniger als $^1/_3$ des Durchmessers. Endbulbus groß, muskulös, nahezu kugelig (Fig. 6 *b*, *oeb*) und den Körper bis auf die Kutikula erfüllend. Innenauskleidung chitinisiert, etwas erweitert (*be*). Der Ösophagus entsendet in den Mitteldarm einen langen Pfropfen (*oep*). Nervenring wenig ausgeprägt. Ventraldrüse am Mitteldarmbeginn,

[1] L. c.

Porus vermutlich hinter den Seitenorganen. Mitteldarm mit durchsichtigen Körnchen, hell, körnig, hinterer Darmabschnitt von gröberem Gefüge rotbraun, Körnchen hier bis 1·6 μ. Enddarm (Fig. 6 *c*, *ed*) länger als der anale Körperdurchmesser (18 : 13), hintere Anallippe leicht vorgewölbt. Geschlechtsorgane? Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich um ein ♀ handelt, leider läßt eine leichte Verletzung des Mittelkörpers keinen Entscheid zu.

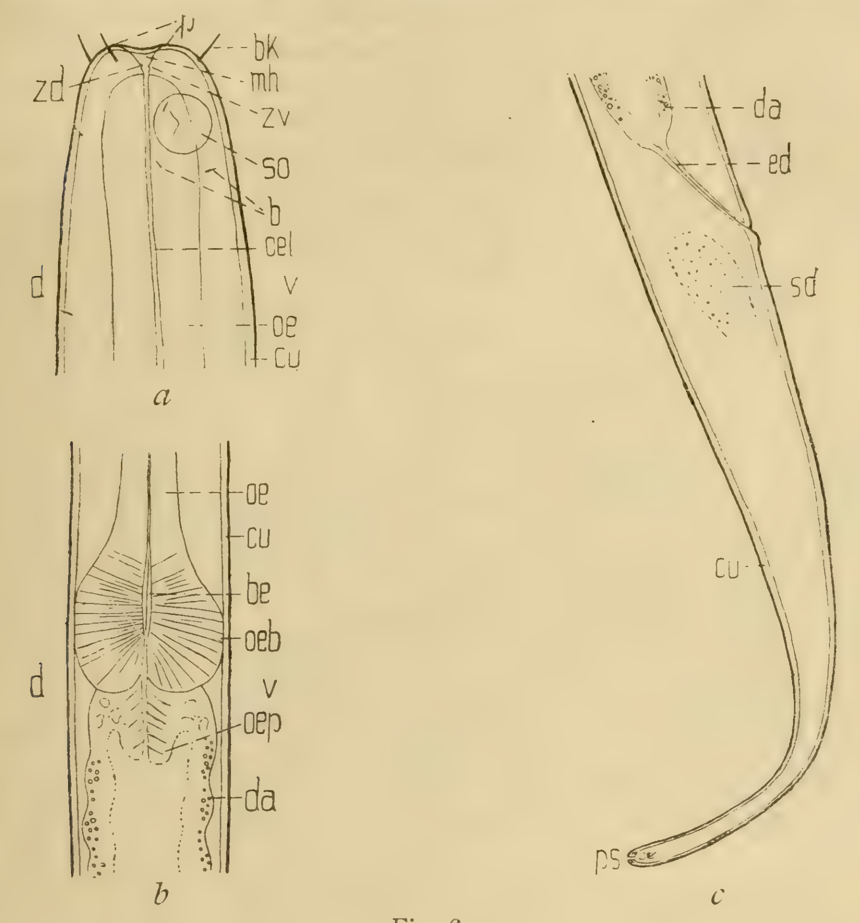


Fig. 6.

Linhomoeus sp_1.

Seitenansicht von rechts. *a* Vorderende, 850 : 1. *b* Ösophagealbulbus und Beginn des Mitteldarms, 475 : 1. *c* Schwanz, 475 : 1.

Schwanz (Fig. 6 *c*) an der engsten Stelle weniger als $^1/_4$ der Basis im Durchmesser. Ob Endbörstchen vorhanden sind, vermag ich nicht sicher zu behaupten.

Vorkommen: Suez, Hafenmauer 1 Tier.

8. Linhomoeus sp_2.

(Fig. 7.)

Nur ein Bruchstück von 1·35 *mm* Länge aus dem Korallenriff bei Suez. Der Ösophagus beträgt 113 μ an Länge, sein welliger Verlauf (Fig. 7) deutet auf Kontraktion. Die Kutikula ist glatt. Das

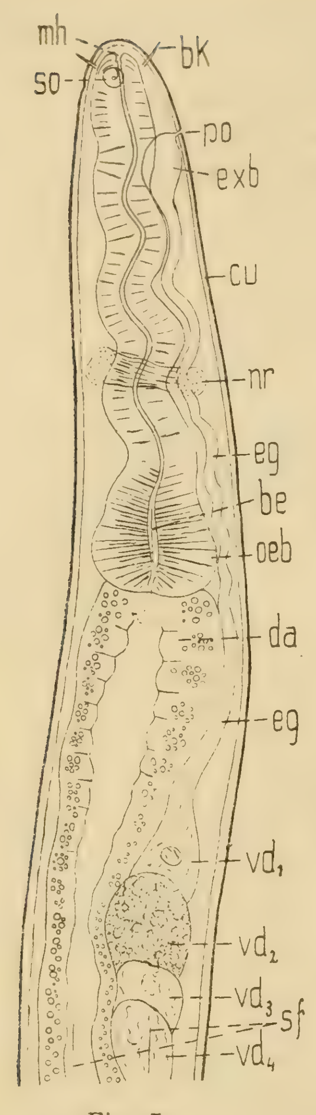


Fig. 7.

Linhomoeus sp_2.

Vorderkörper bei Seitenansicht von rechts, 475 : 1.

Vorderende ist kegelförmig, nicht oder kaum abgesetzt und trägt 4 Kopfborsten (*bk*). Der Seitenorgandurchmesser beträgt 4·2 μ, die Seitenorgane zeigen einen Mittelfleck und eine angedeutete spiralige Auflösung.

Der Nervenring (*nr*) umgreift den Ösophagus hinter der Mitte (59 %). Die Ventraldrüse (*vd*, 1 bis 4) besteht aus wenigstens 5 hintereinander gelegenen Zellen (in der Abbildung ist die hinterste nicht gezeichnet); ihr Ende liegt etwa 2 Ösophageallängen vom Vorderrand entfernt.

Der Ausführgang (*eg*) ist deutlich verfolgbar und endet nach Erweiterung zu einer Blase (*exb*) mit dem Porus (*p*) 21 μ hinter dem Vorderrand.

Der etwa $1/3$ des Körperdurchmessers einnehmende Ösophagus endigt mit einem deutlichen Bulbus mit leicht erweiterter Höhlung (*be*). Der Körperdurchmesser am Bulbusende beträgt 34 μ. Der Mitteldarm ist von groben, braunen Körnern (Durchmesser bis 2 μ) erfüllt, die Zellen sind meist gut begrenzt. Der größte Körperdurchmesser beträgt 36·5 μ und wird unweit des Mitteldarmbeginnes erreicht. Der Körper bleibt bis zum Abbruch zylindrisch. Von Geschlechtsorganen habe ich nichts wahrnehmen können. Hoffentlich gelingt es, nach dem Vorderende das Tier wiederzuerkennen.

9. **Linhomoeus** sp_3.

(Fig. 8 *a* und *b*.)

Maße: ♀ *L* 0·73, 0·69 *mm*; *a* 26, *b* 6·6, 5·9, *c* 6·6, 7·2, *V* 58, 60 %, G_1 17·5, 24 %, 1 Ei beim kleineren ♀ 75 : 18 μ, *Vee* 152 % beim größeren ♀, *expo* 15·2, 20·5 %. Gesamtzahl 2 ♀ (1_0).

Körperform beiderseits mäßig verjüngt. Die Körperdurchmesser auf Seitenorganmitte : Ösophagusende : Vulva : After wie

41 : 69 : 100 : 60.

Kutikula glatt, dünn und borstenarm. Körperborsten auf Vorderkörper und Schwanz beschränkt. Vorderende (Fig. 8 *a*) ohne

Besonderheiten, vermutlich mit 4 bis 6 kurzen Borsten (*bk*). Leider ist das Vorderende beider Tiere nicht gut genug erhalten, um sichere Angaben machen zu können. Mundhöhle flach, ohne Zähnchen (?). Seitenorgan (*so*) bei ♀ 1 von 3·3 μ Durchmesser, das ist $^{1}/_{3 \cdot 5}$ des entsprechenden Körperdurchmessers, die Entfernung des Seitenorgans (Vorderrand) vom Vorderende beträgt etwa einen Körperdurchmesser auf Seitenorganmitte. Bei ♀ 2 lag das Seitenorgan mehr dem Vorderende genähert. Ösophagus vorne leicht erweitert (Fig. 8 *a*), hierauf mehr als $^{1}/_{2}$ des Halsdurchmessers. Bulbus länglich, muskulös, an der breitesten Stelle $^{2}/_{3}$ des entsprechenden Durchmessers erreichend, mit in den Mitteldarm hineinragendem Zapfen. Ventraldrüse deutlich, längsgestreckt, wie es scheint nur einzellig. Porus etwa (Fig. 8 *a*, *po*) 2 Vorderendebreiten oder wenig mehr vom Vorderrand entfernt. Exkretionsgang (*eg*) verhältnismäßig breit und deutlich. Nervenring (♀ 1) 58 %. Mitteldarm leicht gekörnelt, gut begrenzt, dünnwandig. Wandstärke am Beginn $^{1}/_{4}$, in der Mitte etwas mehr als $^{1}/_{2}$ des Darmdurchmessers. Lumen stets weiter als die Darmwand. Enddarm (Fig. 8 *b*, *ed*) sehr kurz, nur $^{1}/_{2}$ des analen Körperdurchmessers, mit deutlichen Analdrüsen (*ded*). ♀ Geschlechtsorgane unpaar, prävulvar, ohne Umschlag, Ei auffallend längsgestreckt. Vulva leicht vorgewulstet, ohne Besonderheiten, mit Vulvadrüsen. Schwanz (Fig. 8 *b*) ziemlich plump, leider bei beiden Tieren nicht in einer Ebene gelegen, daher etwas länger als in der Abbildung und in den Maßen, Ende weniger plump, Schwanzdrüsen (*sd*) sehr deutlich, ihre Ausführgänge (*sdg*) scheinen sich erst unmittelbar vor dem Endröhrchen (*er*) in eine Blase (*eb*) zu vereinigen.

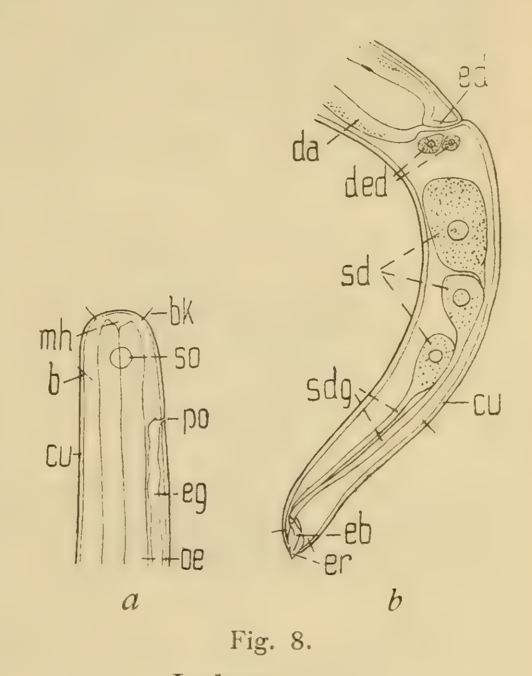


Fig. 8.

Linhomoeus sp_3.

Weibchen in Seitenansicht von rechts, 475 : 1. *a* Vorderende; *b* Schwanz.

Vorkommen: Suez, Korallenriff 2 ♀.

Unterscheidung: Unsere vermutlich neue Art unterscheidet sich von den übrigen Vertretern des Genus in Suez durch Körperkleinheit und Borstenarmut, von *L.* sp_1 überdies durch die kleinen Seitenorgane, den verlängerten Ösophagealbulbus und anders geformten Schwanz, von *L.* sp_2 durch die einfache Ventraldrüse. Die meiste Übereinstimmung herrscht mit *L. obtusicaudatus*. Abgesehen von den Maßen, die übrigens, wenn man die Größenunterschiede berücksichtigt, einander ungefähr entsprechen, unterscheidet sich

unsere Art durch die einzellige Ventraldrüse (bei *L. obtus.* drei- bis fünfzellig). Weitere Unterschiede werden sich vermutlich beim Auffinden gut erhaltener Tiere, namentlich männlicher, ergeben.

10. Monohystera (Theristus) paranormandica n. sp.

(Fig. 9 *a* bis *c*.)

Maße:	♀			♂		
	L	1·1 *mm* (1·0 bis 1·2)	3	*L*	1·2 *mm* (0·95 bis 1·5)	6
	a	29·5 (23 bis 28)		*a*	32 (26 bis 38)	
	b	5·5 (4·9 bis 6·2)		*b*	4·8 (4·5 bis 5·3)	
	c	8·2 (7·4 bis 9·6)		*c*	8·1 (7·5 bis 8·8)	
	V	65% (63·5 bis 66)				

Gesamtzahl 25, davon ♀ 3, ♂ 6, Sexualziffer 200 (*n* 9).

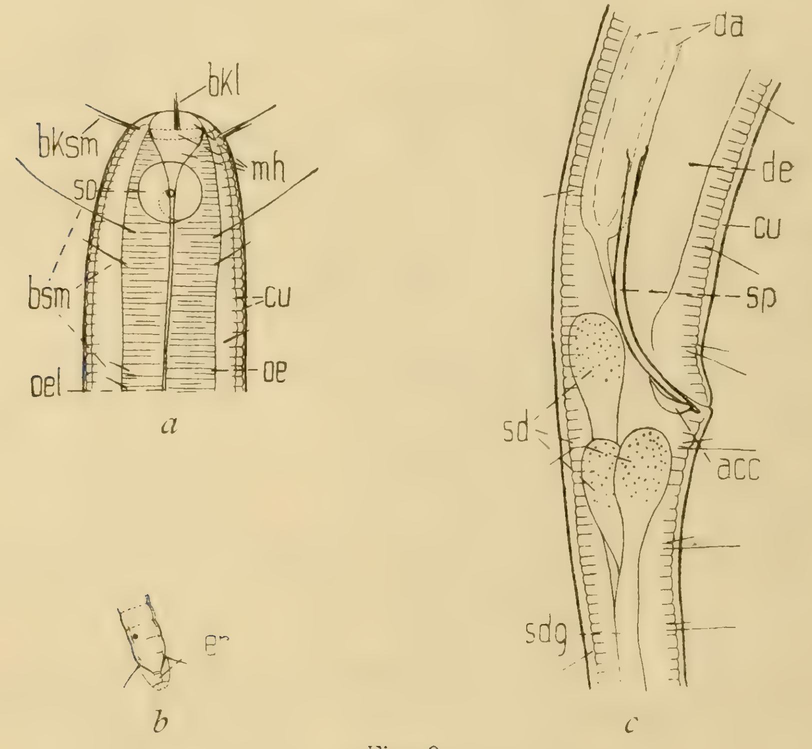


Fig. 9.

Monohystera paranormandica n. sp.

Seitenansicht rechts. *a* und *b* juv. Vorder- und Schwanzende, 850 : 1; *c* Kopulationsapparat eines ♂, 475 : 1.

Diese neue Art erinnert derart an *M. normandica* de Man, 1890[1] und an *M. polaris* Cobb, 1914[2], daß ich mich darauf beschränken kann, die Unterschiede gegenüber diesen beiden — alle drei gehören zur *M. (T.) dubia*-Gruppe mit geringelter Kutikula und Schwanzendborsten — hervorzuheben.

---

[1] L. c.

[2] Cobb, N. A. Antarctic marine free-living Nematodes of the Shackleton Expedition. Contributions to a science of Nematology I. Baltimore 1914.

Unterschiede gegenüber *M. (T.) normandica.* 1. Die Seitenorgane (Fig. 9 *a*, *so*) sind viel größer (mehr als $^1/_3$ des entsprechenden Durchmessers am Vorderende gegen weniger als $^1/_4$ bei *M. n.*), liegen relativ weiter vorne ($^1/_2$ der Vorderrandbreite auf Kopfborstenhöhe gegen $^4/_5$) und sind eingesunken, ähnlich wie bei *M. polaris*, weshalb sie namentlich bei Erwachsenen schwer zu erkennen sind. 2. Die Spikula (Fig. 9 *c*, *sp*) sind in der Bogensehne gemessen viel länger (1·3 bis 1·8 mal) als der anale Körperdurchmesser (bei *M. n.* nur gleich lang), außerdem sind sie schlanker. 3. Das akzessorische Stück (*acc*) ist kleiner; es entbehrt wie bei der Vergleichsart — im Gegensatz zu *M. polaris* — den nach hinten gerichteten Fortsatz. 4. Die vordersten, hinter den Seitenorganen stehenden Körperborsten (Fig. 9 *a*) sind von auffallender Länge.

Unterschiede gegenüber *M. (T.) polaris.* 1. Das akzessorische Stück trägt keinen hinteren Fortsatz; bei *M. pol.* ist hingegen ein $^1/_6$ des analen Körperdurchmessers einnehmender hinterer Fortsatz vorhanden. 2. Es findet sich nur ein Hode (*M. pol.* mit 2 Hoden). 3. Die Endborsten (meist 4) des Schwanzes (Fig. 9 *b*) sind viel kürzer, etwa vom Schwanzendedurchmesser gegen *M. pol.*, wo sie etwa viermal so lang sind.

Als gemeinsame Merkmale unserer Art mit *M. normandica* wäre das akzessorische Stück, der unpaare Hode und die Borsten des Schwanzendes, mit *M. polaris* die eingesunkenen Seitenorgane und die Körpermaße hervorzuheben.

Vorkommen, Fundort: Suez, Hafenmauer 23 Tiere (an 7. Stelle), Korallenriff 2 Tiere; Adria, Rovigno, Ombla-Bucht, Bocche di Cattaro, Neapel, Ischia, Marmarameer. Mit Ausnahme der Hafenmauer von Suez vereinzelt.

11. **Oncholaimus** sp.

(Fig. 10 *a* und *b*.)

Maße: juv. *L* 1·87 *mm* (1·83 bis 1·94), *a* 33 (28 bis 39), *b* 3·7 (3·6 bis 3·8), *c* 91 (78 bis 108), *mh*[1] 9·9 % (9·2 bis 10·3), *expo* 31 % (27 bis 35), *n* mit Ausnahme von *expo* (*n* 2) überall 3. Gesamtzahl 3 juv., ♂ und ♀ unbekannt.

Körperform: Die Körperdurchmesser auf Kopfborsten : Mundhöhlenende : Nervenring : Ösophagusende : Körpermitte : Afterhöhe verhalten sich wie 48 : 68 : 94 : 100 : 93 : 67 im Durchschnitt. Die Körperform ist daher mäßig verjüngt bei auffallend plumpem Hinterende. Kutikula etwas klebrig, mit einigen Fremdkörpern, im übrigen glatt, borstenlos. Seitenfeldbreite von halbem Körperdurchmesser. Seitenfelder mit eigentümlichen Körnerzellen. Vorderende (Fig. 10 *a*) mit zwei Kreisen hintereinander stehender Kopfborsten; der vordere (***bksm, bkl***) aus 6 größeren (6·8 μ), der hintere (bk_1)

[1] Mundhöhlenlänge in Prozenten der Gesamtösophaguslänge vom Vorderende.

aus vier kürzeren (5 μ) Borsten bestehend. Die Mundhöhle ist geräumig und von kräftig chitinisierten Wänden umgeben. Der dorsale Zahn (*zd*) steht auffallend weit hinten, die nahezu gleich großen Subventralzähne (*zvr* und *zvl*) — der rechte ist etwas größer — stehen etwas vor der Mundhöhlenmitte. Ösophagus: Das Ösophagealgewebe umfaßt wie gewöhnlich den Mundhöhlengrund und setzt sich dorsal höher an als ventral. Der deutliche Nervenring liegt vor der Ösophagusmitte (42 %, 41 bis 44, *n* 3). Die am Mitteldarmbeginn (Drüsenende 114 % der Gesamtösophaguslänge vom Vorderende, *n* 1) gelegene Ventraldrüse zeigt wie

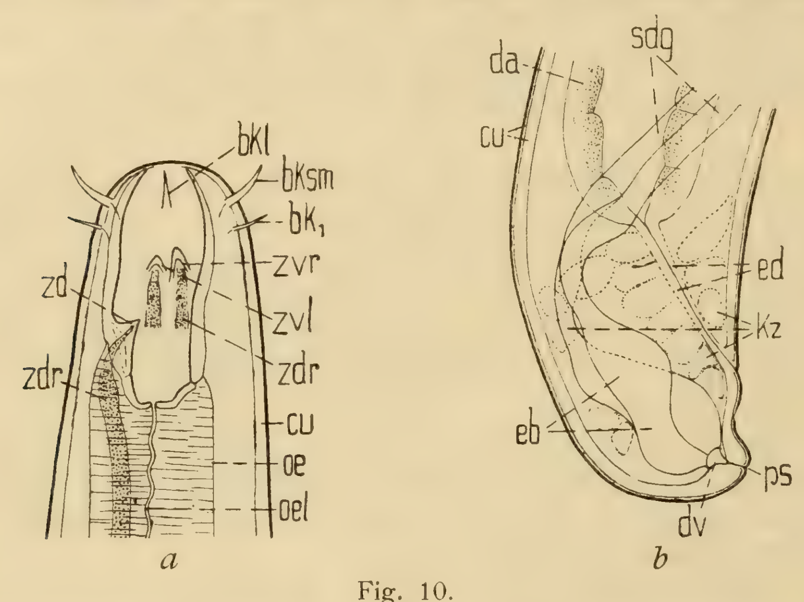


Fig. 10.

Oncholaimus sp., juv. Seitenansicht rechts, 475 : 1. *a* Vorderende; *b* Schwanz.

gewöhnlich nahe ihrer Mündung eine Endblase, von der ein kurzer Ausführgang, 2·9 bis 3·8 Mundhöhlenlängen vom Vorderende entfernt, nach außen führt. Mitteldarm mit Ösophagealpfropfen. Darmzellen 6 bis 8 im Umfang, sehr deutlich begrenzt. Als Fraßkörper beobachtete ich einmal einen sehr stark angedauten Nematoden. Der Enddarm ist etwas kürzer als der anale Körperdurchmesser. Schwanz (Fig. 10 *b*) sehr kurz, mit deutlichen Endblasen (*ebl*) und Schwanzdrüsengängen (*sdg*).

Hauptkennzeichen: Zahnstellung, Vorderendborsten, Schwanz und Exkretionsporus werden diese Art trotz des Fehlens geschlechtsreifer Tiere wohl wiedererkennen lassen.

Vorkommen: Suez, Korallenriff.

12. **Syringolaimus brevicaudatus** n. sp.

Von dieser neuen Art fand ich an der Hafenmauer von Suez 1 eierloses ♀ von folgenden Maßen: *L* 0·61 *mm*, *a* 36, *b* 4·5, *c* 8·2, *V* 58·5 %.

Die Übereinstimmung dieser, wie es scheint, seltenen und wenig verbreiteten Art mit *S. striaticaudatus* de Man, den ich in

der Adria als zweithäufigsten Nematoden verzeichnet habe, ist so groß, daß es genügt, die Unterschiede hervorzuheben. 1. Unsere Art ist bedeutend kurzschwänziger. So fand ich für *c* bei meinen adriatischen weiblichen Tieren 8·2 (7·4 bis 9·6), *n* 6, bei *S. str.* dagegen in der Adria beim ♀ 4·8 (4·0 bis 5·9), beim ♂ 4·9 (4·2 bis 5·6) bei einer Messung von je 50 Würmern. 2. Die Vulva ist hier deutlich hinterständig (*V* beim adriatischen *S. b.* 57·2 %, 54 bis 61, *n* 5), dort durchschnittlich mittelständig (*S. str.* der Adria *V* 51 %, 46 bis 57, *n* 50). Da es aber bei diesem Merkmal Überschneidungen gibt, ist es allein diagnostisch nicht verwertbar. 3. Der Schwanz ist nie quergestreift, ein Merkmal, das sich jedoch auch bei *S. striaticaudatus* v. *aberrans* n. v. findet. 4. Der Exkretionsporus liegt weiter vorne, am Beginn des 2. Ösophagusviertels (*expo* in der Adria 28 %, 23 bis 35, *n* 4), bei *S. str.* in der Ösophagusmitte. 5. Das Endröhrchen des Schwanzes ist kürzer (Durchschnittswert aus je 3 Messungen an Adriatieren bei *S. b.* 3 Basislängen, bei *S. str.* 4 Basislängen).

Die Jugendstadien dieser stets mit *S. striaticaudatus* vergesellschafteten Art dürften sich von der Vergleichsart nur durch die Lage des Exkretionsporus im Verein mit der Schwanzlänge auseinander halten lassen.

13. **Thoracostoma steineri** n. sp.

(Fig. 11 *a* und *b*.)

Nur ein eierloses ♀ vom Korallenriff bei Suez mit folgenden Maßen: *L* 5·15 *mm*, *a* 46·5, *b* 4·9, *c* 52, *V* 63·5 %, G_1 11·8 %, G_2 12·4 %, *nr* 33 %.

Die Kutikula ist glatt, ihre Dicke beträgt 8, am Schwanze 9 μ. Kurze, stumpf dornförmige Borsten finden sich namentlich am Vorderkörper (Fig. 11 *a*, *b*) und am Schwanze (Fig. 11 *b*, *b*) sowohl lateral als auch submedian. Die Seitenfelder sind schmal (1/6 des Durchmessers), bestehen aus je 2 Zellreihen. Das Vorderende (Fig. 11 *a*) ist typisch entwickelt. Der Kopfpanzer reicht ventral weiter nach hinten als dorsal und erscheint daher bei Seitenansicht leicht unsymmetrisch (Fig. 11 *a*). Der Panzer ist durchbrochen[1] (*spa*), zeigt aber an seinem Hinterrand keine kleinen isolierten Plättchen. Die deutlichen Kopfborsten (*bkl*, *bksm*) erreichen 3·4 μ Länge und übertreffen die Körperborsten an Länge. Mundhöhlenzahn (*dz*) und ventrales keulenförmiges Stück (*kst*) typisch. Ösophagus und Ocellus (*oc*) ohne Besonderheiten. Mitteldarm schmal, weniger als 1/2 (1/2·4) des Körperdurchmessers am Vorderende, 2/3 in der Mitte. ♀ Geschlechtsorgane paarig symmetrisch mit bis in Vulvanähe reichendem Umschlag, mit Vulvadrüsen. Schwanz (Fig. 11 *b*) typisch, vor dem Ende jederseits mit 3 deutlichen Borstenpapillen (*b*). Von der

---

[1] Die Durchbrechungen des Panzers sind nicht immer spaltförmig. So wies ein ♂ von Neapel rundliche Löcher auf.

Organisation des in Neapel aufgefundenen ♂ sei hier nur der Ergänzung wegen auf das mit nach hinten gerichtetem Fortsatz versehene akzessorische Stück des Spikulums und auf das etwa 1 Schwanzlänge präanal gelegene Hilfsorgan (»ventouse«) verwiesen. Submediane Borsten und Kopulations- (Bursal) Muskulatur sind wie gewöhnlich vorhanden.

Verwandtschaft und Unterscheidung: Von den genau bekannten *Thoracostoma*-Arten ist unsere Art *Th. setosum* (Linst.)

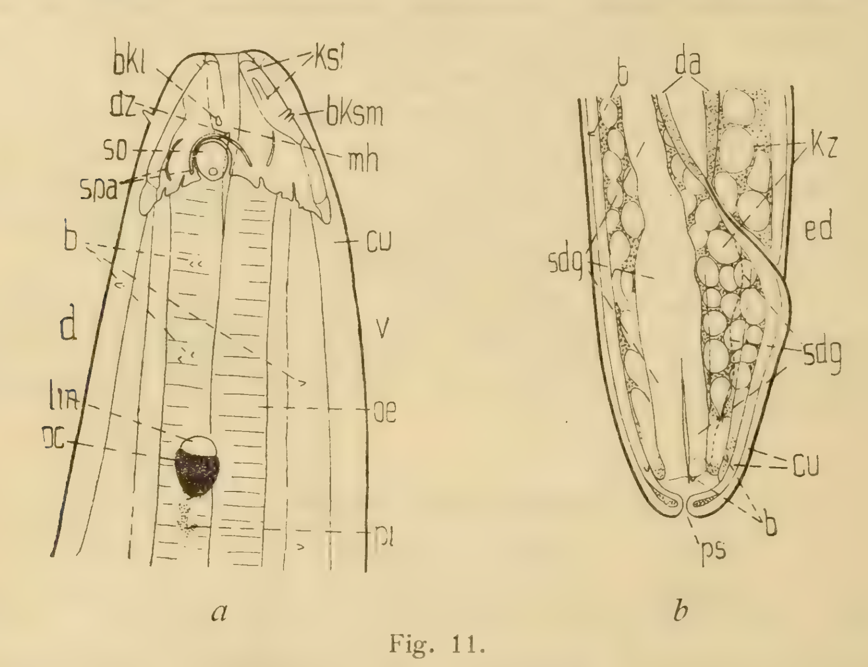


Fig. 11.

Thoracostoma steineri n. sp.

♀ in Seitenansicht von rechts. *a* Vorderende, 475 : 1; *b* Schwanz, 250 : 1.

nach de Man's 1904[1] erfolgter gründlicher Neubeschreibung am ähnlichsten, unterscheidet sich aber durch folgende Merkmale. 1. Die Spalten des Kopfpanzers (*spa*) sind in der Regel (siehe oben) bei unserer Art ± längsverlaufend, leicht geschwungen, bei *Th. s.* dagegen massig. 2. Das Hinterende der Medianloben ist bei unserer Art mehr abgestutzt und erscheint anders gekerbt. 3. Die submedianen Löcher in der Panzermitte sind nicht rund wie bei *Th. s.*, sondern länglich, vorne leicht zugespitzt. Im Bau des ♂-Kopulationsapparates herrscht große Übereinstimmung, nur ist die Beborstung viel schwächer.

Einige Übereinstimmung herrscht auch mit den Mittelmeerarten Marions[2], die leider teils unvollständig beschrieben, teils mißverstanden, heute kaum wiedererkannt werden können. So zeigt *Th. montredonense* einen anderen Spikularapparat und das

[1] J. G. de Man, Nématodes libres, in Expéd. Antarctique Belge, Anvers 1904.

[2] Marion, M. A. F. Recherches zoologiques et anatomiques des Nématoids non parasites, marins, in Ann. Scienc. Naturelles. V. S. Zoologie T. XIII, Paris 1870.

präanale Hilfsorgan wird nicht gezeichnet[1], der Kopfpanzer aber ist zu ungenau abgebildet, um einen Vergleich zuzulassen. *Th. zoloae* zeigt mehr Übereinstimmung im Bau des Vorderendes und namentlich des Kopulationsapparates, so daß ich — obwohl auch hier Marion kein präanales Hilfsorgan abbildete — im Zweifel bin, ob mir nicht doch diese Art vorgelegen hat. *Th. dorylaimus* endlich muß ich nach Fig. 2 auf tab. H für ein Häutungsstadium halten.

14. **Tylenchus mediterraneus** n. sp.

(Fig. 12.)

Nur ein eierloses ♀ im Korallenriff bei Suez von folgenden Maßen: *L* 0·81 *mm*, *a* 40, *b* 7·8, *c* 10·6, *V* 69·5 %, *expo* 72 %.

Bisher wurde marin nur ein einziger *Tylenchus, T. fucicola* de Man[2] und Barton beschrieben, der unsere Art so nahe steht, daß es genügt, die Unterschiede hervorzuheben. 1. Der Mundstachel unserer Art erreicht $^1/_9$ ($^1/_{6\cdot9}$ bis $^1/_{11}$, *n* 11) der Gesamtösophaguslänge oder absolut 17·6 μ (9·5 bis 23·7 μ, *n* 17) beim ♀, $^1/_{7\cdot7}$ (17 μ, *n* 3) beim ♂ gegen $^1/_{13}$ bis $^1/_{15}$ bei *T. f.* 2. Der postanale Teil der Bursa (Fig. 12, *bu*) erreicht meist[3] weniger als $^1/_4$, bei *T. f.* mehr als $^1/_4$ ($^1/_{3\cdot5}$) der Schwanzlänge. 3. Unsere Art lebt frei an der ständig untergetauchten, algenreichen Küste des mittelländischen und roten Meeres, während *T. fucicola* in *Fucus nodosus* an der Küste Schottlands aufgefunden wurde. Außerdem gibt es noch kleinere Unterschiede, wie Körperlänge (*T. m.* 0·59 bis 1·11, *T. f.* 1·1 bis 1·45 *mm*), Schwanzlänge (*c* 8·6 bis 12·3 gegen 11 bis 13), Breite der Seitenmembran (*sm*) ($^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ gegen $^1/_9$ des Körperdurchmessers), ein mitunter[4] geschwungenes (*acc*) gegen nicht geschwungenes akzessorisches Stück. *T. mediterraneus* ist vermutlich die freilebende Stammart von *T. fucicola*.

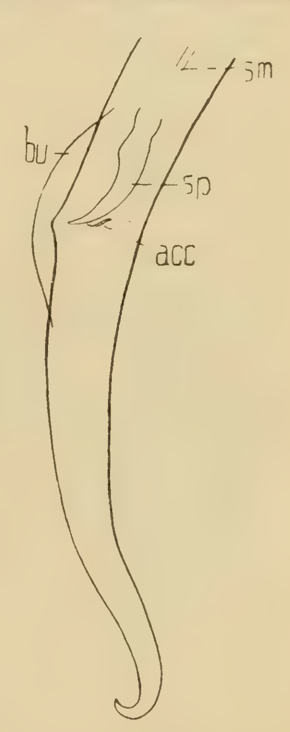


Fig. 12.
Tylenchus mediterraneus n. sp. Hinterkörper eines ♂ aus der Bocche di Cattaro.
Seitenansicht links, 850 : 1

Vorkommen, Fundort: In der Adria zusammen mit 2 anderen neuen Tylenchen

[1] Möglicherweise ist in Fig. 1 *e* auf tab. J das dunkle präanale, etwas weniger als 1 Schwanzlänge vom After entfernte ventrale Gebilde auf das präanale Hilfsorgan zurückzuführen.

[2] J. G. de Man, Über eine neue, in Gallen einer Meeresalge lebende Art der Gattung *Tylenchus* Bast., in Festschr. f. Leuckart, 1892.

[3] Unter 3 Fällen zweimal.

[4] Einmal unter 3 ♂.

die häufigste Art des Genus, im allgemeinen ziemlich selten, wenig verbreitet. Suez, Adria (Rovigno, Meleda, Bocche di Cattaro), Marmarameer.

15. Männchen der Thoracostoma-Gruppe.

(Fig. 13 *a* bis *c*.)

Ein einziges ♂ vom Korallenriff bei Suez mit folgenden Maßen: *L* 4·65 *mm*, *a* 52, *b* 4·2, *c* 65, *Gb* 50%, *nr* 38%.

Körperform: Die Körperbreiten am Vorderende, Nervenring, Ösophagusende, Mitte, After und Schwanzmitte verhalten sich wie

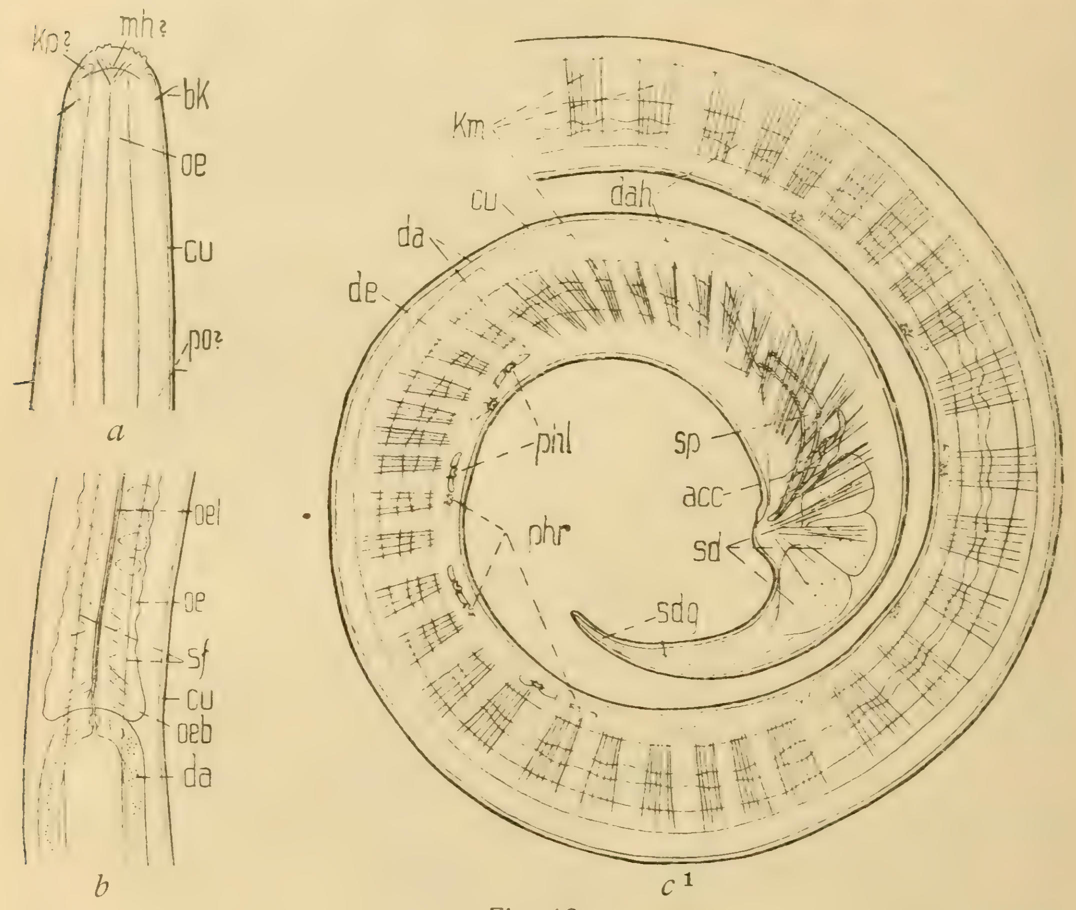


Fig. 13.

Unbestimmtes Männchen, vermutlich aus der *Thoracostoma*-Gruppe. Seitenansicht links. *a* Vorderende, 750 : 1; *b* Ösophagusende und Beginn des Mitteldarms, 475 : 1; *c* Kopulationsgegend, 475 : 1.

26·7 : 83 : 93 : 1 : 94 : 43. Die Verjüngung nach vorne zu ist mithin sehr beträchtlich. Die Kutikula ist ungeringelt, dünn (1 bis 1·1 μ) und trägt am Vorderkörper (Fig. 13 *a*) kleine Borsten. Die Seitenfelder sind mäßig breit (1/4 des Durchmessers), außerdem finden sich schmale Submedianfelder.

Polymyarier. Das Vorderende (Fig. 13 *a*) war leider durch anhängende Fremdkörper nur wenig auflösbar, so daß ich über

[1] Durch ein Versehen wurden Darm und Ductus ejaculatorius verkehrt bezeichnet. Ersterer liegt, wie gewöhnlich, dorsal, letzterer ventral.

die Genuszugehörigkeit nichts Bestimmtes auszusagen vermag. Es scheint eine Kopfkappe (*kp*) vorhanden zu sein, hinter der die Kopfborsten (*bk*, submedian, 4) gelegen sind. Über das Seitenorgan und die Mundhöhle kann ich keine Angaben machen. Der Ösophagus nimmt während des größten Teiles seines Verlaufs etwa $^1/_4$ des Durchmessers des Körpers ein und schwillt hinten (Fig. 13 *b*) an, so daß er vor dem Ende $^1/_2$ des entsprechenden Körperdurchmessers erreicht. Das bulbusartige Ende selbst beträgt $^4/_5$. Die Struktur des Ösophagus erhält durch das Abwechseln muskelarmer und muskelreicher Gewebsstellen ein eigenartiges Aussehen (Fig. 13 *b*, punktiert). Der Nervenring ist breit, deutlich, mit gut erkennbaren Fasern. Etwa 150 μ dahinter findet sich eine etwa 200 μ lange Reihe großer Zellen. Diese mitunter in Doppelreihe auftretenden Zellen erreichen etwa 12 : 8 μ und sind vermutlich Ganglienzellen. Weder eine Ventraldrüse, noch Seitenfelddrüsen wurden beobachtet. Der Mitteldarm nimmt etwa $^7/_{10}$ des Körperdurchmessers ein. Seine blaß gekörnelten Zellen sind ohne Sonderstruktur. Seine Wand mißt nur 3·3 μ, das Lumen ist weit. Der Enddarm des ♂ ist etwas länger als der anale Körperdurchmesser.

Das beste Kennzeichen stellt der eigenartige Kopulationsapparat (Fig. 13 *c*) des Männchens dar. Der Hode ist unpaar. Die Spermien (Samenmutterzellen?) sind 5·6 μ im Durchmesser groß. Die Bogensehne der Spikula (*sp*) erreicht etwa die halbe Schwanzlänge. Sie sind mäßig gebogen, ihr inneres Ende ist leicht angeschwollen. Das akzessorische Stück (*acc*) ist groß, erreicht die halbe Spikulalänge und zeigt etwa in der Mitte jederseits eine seitliche Verdickung. Sehr eigenartig ist die Anordnung der ähnlich wie bei *Eurystoma* und *Thoracostoma* gebauten akzessorischen Organe, auch präanale Hilfsorgane, »ventouses« (*phl*, *phr*) genannt. Diese Gebilde finden sich hier nicht wie gewöhnlich ventromedian, sondern jederseits subventral, so zwar, daß links von der Medianlinie nur 4 Hilfsorgane (*phl*) vorhanden sind, deren vorderste 2·3 Schwanzlängen präanal gelegen ist, während rechts nicht weniger als 10 Hilfsorgane (*phr*) vorkommen, die 4·7 Schwanzlängen vor dem After beginnen. Die hinterste Papille ist etwas mehr als 1 Schwanzlänge vom After entfernt, die übrigen folgen in etwa gleichen Entfernungen von ungefähr $^2/_5$ der Schwanzlänge. Die Kopulationsmuskeln (*km*) sind etwa 3·3 μ breit, voneinander etwas weiter entfernt als ihre Breite und reichen nach vorne bis über das vorderste präanale Hilfsorgan heraus.

Der Schwanz (Fig. 13 *c*) verjüngt sich gleichmäßig; sein leicht abgerundetes Ende wird von einem Drüsengange durchbohrt. Die großen Schwanzdrüsen (*sd*) liegen im Schwanze selbst.

Verwandtschaft, Unterscheidung: Dieser Nematode nimmt durch seine asymmetrisch verteilten submedianen, präanalen Hilfsorgane eine Sonderstellung ein, die ihn wahrscheinlich zum Vertreter eines neuen Genus macht. Das Aussehen erinnert an

Enchelidium, doch der Mangel an Ozellen, das Vorderende (?), das Fehlen einer Ventraldrüse, die Schwanzdrüsen und vor allem der eigenartige Kopulationsapparat sind gewichtige Unterschiede.

Von *Eurystoma*, an welches Genus der Bau der präanalen Hilfsorgane erinnert, ist das vorliegende Tier durch Zahl und Stellung dieser Gebilde sowie durch die Mundhöhle, das Fehlen der Ozellen und den Mangel der Ventraldrüse unterschieden.

Vermutlich gehört unsere Form in die *Thoracostoma*-Gruppe und ist wahrscheinlich der Vertreter eines neuen, durch asymmetrisch subventral gelegene präanale Hilfsorgane gekennzeichneten Genus. Da ich den Bau des Vorderendes nicht zu erkennen vermochte und überdies nur ein einziges Männchen sah, will ich mit der systematischen Einreihung und mit der Benennung noch zuwarten, möchte aber doch die Aufmerksamkeit auf diesen eigenartigen Nematoden lenken, der nach der voranstehenden Beschreibung im Verein mit den Abbildungen sicherlich wiedererkannt werden kann.

Figurenerklärung.

acc Akzessorisches Stück, Führungsstück, Gubernaculum.
b Borsten.
be Erweitertes Ösophageallumen.
bk Kopfborsten.
bkl Seitliche Kopfborsten.
bksm Submediane Kopfborsten.
bsm Submedianborsten.
bu Bursa.
ck Kutikularkörperchen.
cp Kutikularporus.
cu Kutikula.
cuk Kutikula des Kopfes.
d Dorsal.
da Mitteldarm.
dah Darmhöhe.
de Ductus ejaculatorius.
ded Enddarmdrüsen.
ds Drüsensekret.
dv Schwanzdrüsen - Verschlußapparat (Ventil).
eb Endblase der Schwanzdrüsen.
ed Enddarm.
eg Exkretionsgang.
er Endröhrchen der Schwanzdrüsen.
exb Exkretionsendblase.
km Kopulations- (Bursal) Muskulatur.
kp Kopfpanzer.
kst Keulenförmiges Stück des Kopfpanzers.
kz Zellen verschiedener Herkunft (Muskel, Bindegewebe, Hypoderm).
li Lippen.
lib Lippenborsten.
lin Linse.
lst Innere Lippenstreifen.
mh Mundhöhle.
nr Nervenring.
oe Ösophagus.
oc Ocellus, Auge.
oeb Ösophagealbulbus.
oel Ösophageallumen.
oep Ösophagealpfropf.
p Papillen.
phl Linkes präanales Hilfsorgan (akzessorisches Organ, ventouse).
phr Rechtes präanales Hilfsorgan.
pi Pigment.
pil Laterales Pigment.

pism Submedianes Pigment.
po Porus.
pp Präanalpapillen.
ps Porus der Schwanzdrüse.
sd Schwanzdrüsen.
sdg Schwanzdrüsengang.
sf Seitenfeld, Längswulst Steiners.
so Seitenorgan.
sp Spikulum.
spa Spalten, Ausnehmungen im Panzer.
sm Seitenmembran, seitliche Längsfelder Steiners.
v Ventral.
vd Ventraldrüsenzelle.
zd Dorsaler Zahn der Mundhöhle.
zdr Speicheldrüse.
zv Ventraler Zahn der Mundhöhle.
zvl Linker subventraler Mundhöhlenzahn.
zvr Rechter subventraler Mundhöhlenzahn.



Amitose, Fragmentation und Vakuolisierung pflanzlicher Zellkerne

Von

Josef Kisser

Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien.
Nr. 178 der zweiten Folge

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1922)

I. Einleitung.

Die Bilder, die einerseits auf direktem Wege sich teilende Kerne, anderseits solche, die eben im Begriffe sind, miteinander zu verschmelzen, uns bei der Beobachtung liefern, sind einander so ähnlich, daß sich oft im Vorhinein nicht entscheiden läßt, welcher der beiden Fälle vorliegt. Auch dann, wenn gleichzeitig in benachbarten gleichwertigen Zellen zwei oder mehrere Kerne vorhanden sind, ist der Vorgang nicht geklärt, denn sie können in früheren Stadien mitotisch entstanden sein und nachträglich miteinander verschmelzen oder sie sind das Produkt einer direkten Teilung. In beiden Fällen gleichen sich diese Vorgänge sehr, so daß sie zu Verwechslungen Anlaß geben können. Darauf wurde schon des öftern von anderer Seite hingewiesen und zahlreiche als Amitosen bezeichnete Vorgänge haben sich nachträglich als Kernverschmelzungen herausgestellt.

Den eindeutigsten Beweis, ob Verschmelzung oder direkte Teilung der Kerne vorliegt, müßte, wie man anzunehmen geneigt wäre, wohl die Beobachtung und Weiterverfolgung der Kerne am lebenden Material bieten. Dem ist jedoch nicht so, da sich hier Schwierigkeiten in den Weg stellen, die eindeutige Ergebnisse ausschließen und auf die bereits Schürhoff[1] hinweist. Denn es tritt, bedingt durch die Verletzung ein baldiges Absterben der Kerne ein, außerdem kann ähnlich wie bei der Mitose eine Rückbildung des Vorganges einsetzen, so daß dadurch eben verschmelzende Kerne Amitosen, anderseits sich eben amitotisch teilende Kerne Verschmelzung vortäuschen können.

Lundegårdh,[2] der den Teilungsvorgang der Kerne in den Wurzelspitzen von *Vicia faba* und *Allium cepa* an lebendem Material verfolgte, fand, daß Teilungs-

[1] Schürhoff P. N., Über die bisher als Amitosen gedeuteten Kernbilder von *Tradescantia virginica*. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1917. Bd. 57.)

[2] Lundegårdh H., Die Kernteilung bei höheren Organismen nach Untersuchungen an lebendem Material. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1912. Bd. 51.)

stadien der Kerne, »solange die Zellen leben, in demselben morphologischen Zustande, ohne sich sonderlich zu verändern«, verharren. Es dürfte dies in erster Linie auf die Verwundung der Zellen und die sonstigen unnatürlichen Bedingungen zurückzuführen sein, da wir trotzdem zahlreiche Objekte kennen, bei denen sich die Teilung der Kerne in allen Phasen verfolgen läßt. Die direkte Beobachtung der Kernteilung bei *Spirogyra* bietet, wie Strasburger[1] zuerst zeigte, keine nennenswerten Schwierigkeiten und auch die Staubfadenhaare der *Tradescantia*-Arten sind dafür nach Strasburger[2] und Lundström[3] in hohem Maße geeignet. Schon vor diesen hatte Treub[4] ein günstiges Objekt für diesen Zweck in den Suspensoren von *Orchis latifolia* und den Samenknospen von *Epipactis palustris* und *E. latifolia* gefunden. Diese wenigen Beispiele für die Möglichkeit einer Lebendbeobachtung von Teilungsvorgängen zeigen aber gleichzeitig, daß die durch die Präparation verursachte Verletzung nicht ohne allen Einfluß auf das Geschehen in der Zelle und dessen direkte Beobachtung ist und daß in den zuletzt genannten Fällen diese Hemmung fast vollständig wegfällt, weil mit der Präparation nur eine geringe Schädigung des Materials verbunden ist.

Wie nicht anders zu erwarten war, schlugen auch meine Versuche, ein positives Ergebnis durch Lebendbeobachtung in bezug auf die Formveränderungen der Kerne in den Parenchymzellen des Stengels von *Tradescantia virginica* zu erzielen, vollkommen fehl. Die Bewegungen und Veränderungen der Kerne vollziehen sich nur sehr langsam und durch die sich allmählich einstellenden Absterbeerscheinungen ist der Dauer der Beobachtung eine enge Grenze gezogen. Es gelang mir auch nicht, die von Zimmermann[5] beschriebenen und abgebildeten Kerne aus dem Mesophyll von *Sempervivum tectorum* im Leben zu verfolgen, da außer den vorhin genannten Gründen bei diesem Objekt die Gestalt der Kerne durch die um sie oft zahlreich gelagerten Chloroplasten meist nur undeutlich festgestellt werden kann, außerdem die in den Interzellularen kapillar festgehaltene Luft die Beobachtung erschwert. Auch mit Hilfe der Wasserstrahlluftpumpe ließ sie sich nur teilweise entfernen und im Falle, daß dies auch vollständig gelingt, ist man nie sicher, ob und in welchem Ausmaße das Objekt dabei gelitten hat.

Die Lebendbeobachtung von Gestaltsveränderungen der Kerne ist mit viel größeren Schwierigkeiten verbunden als die von mitotischen Teilungen. Da erstere relativ selten sind, viel mehr Zeit in Anspruch nehmen und wir bisher über kein für diesen Zweck geeignetes Objekt verfügen, darf es auch nicht wundern, wenn die Ergebnisse solcher Versuche sehr gering sind.

---

[1] Strasburger E., Zellbildung und Zellteilung, III. Aufl., Jena.

[2] Strasburger E., Über ein zu Demonstrationen geeignetes Zellteilungsobjekt. (Sitzungsberichte d. Jenaischen Ges. f. Medizin u. Naturwiss., Jahrg. 1879.)

[3] Lundström A., Jakttagelser af ceeldelnig på lefvande material. (Bot. Notiser 1879.)

[4] Treub M., Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales. (Natuurk. Verh. der koninkl. Akad., Deel 19, 1878.)

[5] Zimmermann A., Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, p. 13, Jena 1896.

II. Amitose.

Historisches und eigene Untersuchungen.

Schon von älteren Autoren wurde vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß nicht alle jene Vorgänge, bei denen der Kern unregelmäßige Form und Gestalt annimmt, zerklüftet wird oder sich einschnürt und schließlich auch in Teilstücke zerlegt werden kann, untereinander gleichwertig sind. Morphologisch einander ziemlich ähnlich, sind sie ihrer Natur nach grundverschieden voneinander. Es handelt sich um den als Amitose bezeichneten einfachen Teilungsvorgang mancher Kerne und um die Fragmentation, deren Wesen in einem späteren Abschnitt behandelt werden soll.

Die Amitosen sind ein gegenüber den Mitosen bedeutend vereinfachter Teilungsmodus der Kerne. Der innige Zusammenhang, der zwischen Kern und den in der Zelle sich abspielenden mannigfachen Vorgängen besteht, wird durch amitotische Teilung nicht gestört, da wir sehen, daß in solchen mehrkernig gewordenen Zellen Wachstum, Sekretion etc. nicht gehemmt sind und daß außerdem für diese Vorgänge eine gleichmäßige Aufteilung der chromatischen Substanz auf die Tochterkerne nicht von Notwendigkeit ist. Dies bestätigen die Befunde Strasburgers[1] bei *Nitella*, »daß in den zur Amitose übergehenden Kernen die Substanz, die man hergebrachterweise als Linin bezeichnet, dauernd zunimmt und so auch die Nukleolarsubstanz, nicht aber das Chromatin«.

Die wirksamen Kräfte des Kernes müssen in erster Linie an seiner Oberfläche wirken. Bei starkem Wachstum der Zellen finden wir daher immer, daß er seine Oberfläche vergrößert, er gibt seine kugelige Gestalt auf und streckt sich oft so bedeutend in die Länge, daß seine Oberfläche nun ein Vielfaches seiner früheren beträgt. Damit ist nicht selten noch eine bedeutende Volumszunahme verknüpft, so daß Wachstum und Streckung im selben Sinne zusammenwirken, in anderen Fällen wird die Oberflächenvergrößerung durch wiederholte Teilungen — sei es durch mitoitsche oder amitotische — herbeigeführt und in diesem Punkte liegen die gemeinsamen Beziehungen dieser beiden Teilungsarten der Kerne. Ihre Produkte sind vom ernährungsphysiologischen Standpunkte aus sich vollkommen gleichwertig, nur wird Amitose nur dort auftreten können, wo der Kern mit Fortpflanzung und Vererbung nichts mehr zu tun hat.

Die Frage, in welchem entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse Mitose und Amitose zu einander stehen, wurde zuletzt von Strasburger[1] (l. c.) erörtert. »Was endlich die Frage anbetrifft, ob phylogenetisch die Mitose aus der »Amitose« hervorgegangen sei, so müßte diese Frage heute wohl etwas anders gefaßt werden. Mit zunehmender Arbeitsteilung im Organismus und steigender Sonderung in seinem Bau dürfte auch die Teilung der Träger der Erblichkeit, der Kerne, entsprechend komplizierte Vorgänge verlangt haben. Ja, es läßt sich annehmen, daß es eine übereinstimmende Steigerung der Anforderungen an die Leistung der Kerne war, die es veranlaßte, daß auf einer korrespondierenden Höhe der Organisation die nämlichen karyokinetischen Vorgänge sich einstellen. Die ursprünglichste Teilung eines Kerns, bei einem mit Kern schon versehenen, doch mit nur wenigen spezifischen Merkmalen

---

[1] Strasburger E., Einiges über Characeen und Amitose. (Wiesner Festschrift, Wien 1908.)

erst ausgestatteten Organismus, brauchen wir uns nicht viel komplizierter als die Durchschnürung eines Chlorophyllkorns in zwei gleiche Hälften vorzustellen. Von solchen Teilungen bis zu den ausgeprägt mitotischen mögen alle Zwischenstufen durchlaufen worden sein. Einfachere Kernteilungsvorgänge primitiverer Art dürften aber keinesfalls Amitosen genannt werden, weil das Wort doch eigentlich den Verlust der mitotischen Teilungsart aussagt. Man sollte sie als ursprüngliche Kernteilung, Protokaryokinese, bezeichnen und den Ausdruck Amitose auf sie nicht mehr anwenden.«

Die ursprüngliche Teilungsart, die nur gewisse morphologische Beziehungen zur Amitose aufweist, muß natürlich von diesen Gesichtspunkten heraus in diesem Zusammenhang ausgeschaltet werden. Ich glaube mit einer gewissen Berechtigung annehmen zu können, daß die bei Pflanzen, die auf einer höheren Stufe der Organisation stehen, auftretenden Amitosen als abgeleiteter, aus den Mitosen entwickelter Vorgang anzusehen sind. Dafür sprechen folgende Gründe, die auch gleichzeitig das Wesen der Amitose charakterisieren.

1. Amitotische Teilung tritt immer in Zellen auf, deren Kerne sich früher mitotisch geteilt haben.

2. Bei Amitosen ist eine gleichmäßige Aufteilung der Vererbungsmasse auf die Tochterkerne nicht notwendig, daher wird die chromatische Substanz auch nicht vermehrt.

3. Zwischen sich amitotisch teilenden Kernen tritt nie eine Zellwandbildung auf, da durch Amitosen nicht neue Zellen, sondern vielkernige gebildet werden sollen. Die dadurch zustande kommende Vergrößerung der Oberfläche der Kerne steht im Zusammenhang mit der Größe der Zellen oder gesteigerten physiologischen Ansprüchen.

4. Amitose ist ein vereinfachter Teilungsmodus, hervorgegangen aus Mitose, daher kann auf diese nie Mitose, der kompliziertere Vorgang folgen.

Wie mit fortschreitender Entwicklung ganze Organe der Pflanze rückgebildet werden können, so wäre es auch hier denkbar, daß in einzelnen Fällen der Modus der Kernteilung eine Umstimmung erfahren hat und in Zellen, wo dies unbeschadet für den ganzen Organismus möglich war, der kompliziertere Vorgang dem einfacheren, die Mitose also der Amitose weichen mußte.

Daß Amitose die Funktionen der Mitose übernehmen kann, wo eine gleichmäßige Aufteilung der chromatischen Substanz nicht erforderlich ist, sollen die im folgenden zusammengestellten Beispiele zeigen.

Die höheren Pflanzen besitzen Zellen, die durch ihre Größe hervorragen, wie die Bastfasern und Milchröhren, ferner Milch- und Schleimgefäße etc. Da ihre Länge oft eine sehr bedeutende werden kann, finden wir in ihnen ein Verhalten der Kerne, das auf Oberflächenvergrößerung hinzielt und auf verschiedene Art erreicht werden kann, entweder durch abnormes Wachstum oder durch Vielkernigkeit.

Im ersteren Falle strecken sie sich bedeutend in die Länge, wobei ihr Aussehen fadenförmig werden kann. Solche Fadenkerne hat Molisch[1] in vollendetster Form in den Schleimgefäßen von *Lycoris radiata Herb.* gefunden, aber auch bei anderen Amaryllideen, wenngleich dort seltener und nicht von solcher Ausdehnung. Eine Teilung dieser Kerne oder einen Zerfall in Segmente konnte Molisch trotz zahlreichen untersuchten Materials nicht beobachten. Wenn eine Teilung überhaupt stattfindet, kann sie nur amitotisch vor sich gehen, denn es läßt sich schwer denken, wie unter den gegebenen Umständen eine Heraussonderung der Chromosomen und die Anlage der Spindelfasern möglich wäre. Eine Teilung scheint mir aber bei den Fadenkernen überhaupt nicht nötig, da ja durch sie keine weiteren Vorteile erreicht werden können. Was die Bedeutung betrifft, die diesen Fadenkernen zukommt, so schließt sich Molisch den Ausführungen Strasburgers[2] an, der zeigte, daß die Wirkungssphäre des Kernes nur eine begrenzte ist, und sieht in dem Auswachsen zu solcher Länge ein Mittel, das »möglicherweise der besseren und reichlicheren Fortleitung und Zuleitung der von Kern und Cyloplasma ausgehenden Impulse dient«, was in anderen Fällen durch die Bildung zahlreicher Kerne erreicht wird.

Schon Treub[3] berichtet über das Vorkommen zahlreicher Kerne in den Bastfasern von *Humulus Lupulus, Urtica dioica, Vinca minor* und in den milchsaftführenden Schläuchen von *Ochrosia coccinea, Vinca minor, Urtica dioica* und einiger anderer Pflanzen. Die Vielkernigkeit wurde dann bei zahlreichen anderen bestätigt. Über die Art der Teilung herrscht jedoch Meinungsverschiedenheit. Nach Johow[4] vermehren sie sich in den stark verdickten Bastfasern von *Tradescantia* durch Durchschnürung. Mehrkernigkeit sowohl der verdickten als auch der unverdickten Bastfasern von *Urtica* stellte Treub[5] fest und Kallen[6] bestätigte diese Angaben. Letzterer fand in einer zu drei Viertel freipräparierten Bastfaser über 160 Kerne und zeigte gleichzeitig, daß ihre Entstehung amitotisch vor sich geht, während Treub[7] an der mitotischen Teilung der Kerne, für die er sich ausspricht, festhält.

Wenn man die Größe mancher Algenzellen bedenkt, z. B. bei den Siphoneen, so erscheint die Vielkernigkeit leicht verständlich. Die Vermehrung der Kerne vollzieht sich jedoch, mit wenigen Ausnahmen, mitotisch. Bei den Blasen von *Valonia utricularis* aber finden wir einen Fall, wo in derselben Zelle neben mitotischer auch amitotische Teilung vorkommt. Während Schmitz[8] die Amitose nur auf bestimmte Regionen der Blase einschränkt, ist Fairchild[9] der Ansicht, daß sie gleichmäßig auftritt. Es scheint hier also bereits eine Funktionsteilung eingetreten zu sein, indem die nach vereinfachter Art geteilten Kerne die vegetativen Funktionen, die mitotisch entstandenen die Bildung der Zoosporen und damit die Fortflanzung übernehmen.

---

[1] Molisch H., Über Zellkerne besonderer Art. (Bot. Ztg., 1899.) Studien über den Milch- und Schleimsaft der Pflanzen. Jena. 1901.

[2] Strasburger E., Über die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgröße. (Hist. Beiträge, Heft 5. Jena, 1893.)

[3] Treub M., Sur la pluralité des noyaux dans certaines cellules végétales. (Comptes Rendus des séances de l'Akad. d. Sc. 1379.)

[4] Johow Fr., Die Zellkerne von *Chara foetida*. (Bot. Ztg., 1881, 39. Jg.)

[5] Treub M., Sur les cellules végétales à plusieurs noyaux. (Extr. des Arch. Néerland. T. 15. 1880.)

[6] Kallen, Verhalten der Plasmakörper in den Geweben von *Urtica urens*. (Flora, 1882, Jg. 65.)

[7] Treub M., Erwiderung. (Flora, 1882, Jg. 65.)

[8] Schmitz, Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas und der Zellkerne in Pflanzenzellen. (Verhandl. d. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westfalen, 1880.)

[9] Fairchild, Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung bei *Valonia utricularis*. (Ber. d. D. bot. Ges., 1894, Bd. 12.)

Die Characeen, denen nach Oltmanns[1] eine isolierte Stellung im System zukommt, auf die auch Strasburger (l. c.) in anderem Zusammenhang hinweist, zeigen diese Funktionsteilung im vollendetsten Maße. Die Kerne der Internodialzellen teilen sich nur amitotisch und auf diese Art entstehen viele hunderte, ja tausende Kerne. Sie sind ihrer formativen Eigenschaften vollständig beraubt, da ja der Zweck dieser Teilungen in anderer Richtung liegt und nur die Zellen der Knoten haben ihren ursprünglichen Charakter bewahrt. Nur diese sind für Neubildungen geeignet, die Internodialzellen hingegen, wie durch Experimente festgestellt wurde, nicht.

Von großem Interesse für uns sind auch die zweikernigen Griffelkanalzellen. Sie wurden von Schürhoff[2] bei *Sambucus* gefunden und vor ihm schon ebenfalls dort und auch bei *Adoxa moschatelina* von Lagerberg[3], dessen Auffassung und Erklärung darüber von Schürhoff berichtigt wurde. Dieser kommt zu dem Ergebnis, daß diesen Zellen Drüsencharakter zukommt und daß sie Stoffe produzieren, die chemotaktisch auf den Pollenschlauch wirken. Die Teilung der Kerne geht mitotisch vor sich, es kommt jedoch häufig vor, daß die Tochterkerne wieder miteinander verschmelzen. Auch in den Drüsenzellen des Griffelkanals von *Lilium Martagon* fand Schürhoff[4] fast regelmäßig zwei Kerne, jedoch mit dem Unterschied von *Sambucus*, daß sie amitotisch entstehen und der Teilung eine bedeutende Volumszunahme vorausgeht. Die Bedeutung dieses Vorganges faßt Schürhoff in folgenden Sätzen zusammen: »Wichtig jedoch scheint mir die Feststellung zu sein, daß es sich um Kerne eines spezifisch ausgebildeten Gewebes handelt, dessen Tätigkeit mit der einmaligen kräftigen Funktion seiner Zellen beim Befruchtungsakt beendigt ist. Daher haben die Kerne keine morphologischen Funktionen mehr auszuüben und die Amitose dürfte somit hier den Ausdruck einer infolge dieser Kernvermehrung aufs höchste gesteigerten sekretorischen Funktion darstellen. Diese Deutung würde mit der bisherigen Annahme, daß durch die Amitose der morphologischen Tätigkeit des Zellkerns das Todesurteil gesprochen ist, in vollkommener Übereinstimmung stehen. Als Zweck dieser Kernteilung nehme ich die erzielte Vergrößerung des Kernvolumens und der Kernoberfläche im Verhältnis zum Cytoplasma an, wodurch eine Erhöhung der Intensität der Beziehungen zwischen Kern und Cytoplasma gegeben ist, wie ich dies auch für eine Erklärung der Zweikernigkeit der Drüsenzellen am Griffelkanal von *Sambucus* zugrunde gelegt habe.« Sowohl bei *Sambucus* als auch bei *Lilium Martagon* liegen Zellen vor, die ihrer Natur nach vollkommen gleichwertig und in demselben Sinne, nämlich sekretorisch tätig sind. In beiden Fällen wird Oberflächenvergrößerung der Kerne angestrebt, die in dem einen Fall durch mitotische, in dem anderen durch amitotische Teilung erreicht wird. Die Auffassung von Chun[5] über die Amitose geht ebenfalls dahin, daß deren Endergebnis Oberflächenvergrößerung der Kerne ist, die mit einer besonderen Funktion der Zelle im Zusammenhang steht.

Die Amitose ist ein aus inneren Ursachen sich abspielender Vorgang und in das Lebensgetriebe des einen oder anderen Individuums hineingehörig. Bei Beantwortung der Frage, welche von den zahlreich bekannt gewordenen Fällen von direkter Teilung der Kerne zu den Amitosen zu rechnen sind, müssen obige Gesichtspunkte maßgebend sein. Wir finden dann, daß sie im Pflanzenreich selten sind und nur einige wenige Vertreter haben. Alle

---

[1] Oltmanns Fr., Morphologie und Biologie der Algen. Jena, 1904.

[2] Schürhoff P. N., Über regelmäßiges Vorkommen zweikerniger Zellen an den Griffelkanalzellen von *Sambucus*. (Biolog. Centralbl., 1916, Bd. 36.)

[3] Lagerberg, Studien über die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von *Adoxa moschatelina*. (K. Svensk. Vetenskaps. Handlingar, Bd. 44, Nr. 4.)

[4] Schürhoff P. N., Die Drüsenzellen des Griffelkanales von *Lilium Martagon*. (Biolog. Centralbl., 1918, Bd. 38.)

[5] Chun, Über die Bedeutung der direkten Kernteilung. (Sitz.-Ber. d. phys. ökonom. Ges. zu Königsberg, 1890.)

anderen Vorkommnisse direkter Zerteilung der Kerne müssen zur Fragmentation gerechnet werden, bei der der Zerfall des Kernes in Teilstücke nur eine sekundäre Erscheinung ist.

Was das Verhältnis von Mitose und Amitose zueinander betrifft, so galt nicht immer die jetzt herrschende Meinung; ein Teil setzte sich für restlose Gleichwertigkeit dieser beiden Vorgänge ein, der andere stellte beide scharf einander gegenüber. Die diesbezügliche Literatur findet sich bei Strasburger[1] und Schürhoff[2] zusammengestellt.

In diesem Zusammenhang soll auch noch eine von Schürhoff (l. c.) aufgestellte Behauptung eine kritische Behandlung erfahren, da sie sich auf die Zahl der Kerne, die durch amitotische Teilung entstehen können, bezieht. Er sagt an einer Stelle folgendermaßen: »Da wir annehmen müssen, daß bei Amitosen die einzelnen Chromosomen auf die Tochterkerne verteilt werden, ohne daß vorher durch eine Heraussonderung der Chromosomen und deren Längsspaltung eine Verdoppelung ihrer Anzahl eingetreten ist, so ergibt sich hieraus, daß durch Amitose aus einem Kern nur eine beschränkte Anzahl neuer Kerne hervorgehen kann; denn wir müssen annehmen, daß jedes Teilungsprodukt ein Chromosom nötig hat, um existenzfähig zu sein. Daß derartige Kernchen lebensfähig und imstande sind, sich völlig wie normale Kerne zu verhalten, ist aus den Teilungen der Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva*[3] und aus dem Auftreten von zahlreichen Karyomeren[4] bekannt. Ein Kern mit der diploiden Chromosomenzahl 24 würde also auf amitotischem Wege höchstens 24 Kernchen ergeben, dabei aber ist es gleichgültig, ob durch eine Amitose der Bestand der einzelnen Chromosomen zu gleichen oder ungleichen Teilen auf die Tochterkerne verteilt wird. Wir sehen jedoch aus dieser Überlegung, daß aus einem Kern durch Amitose eine bedeutende Anzahl von Tochterkernen entstehen kann, wie wir dieses auch tatsächlich bei den Characeen finden.«

Diese Schlußfolgerungen fundieren auf einer irrigen Voraussetzung. Die Ansicht Strasburgers[5], »daß jedes Segment des Kernfadens die Eigenschaften des ganzen Kernfadens teilt« wurde von Juel[3] in folgenden Sätzen zusammengefaßt: »Jede Chromatinmasse, die sich in irgendeiner Weise aus ihrer normalen Bahn verirrt hat, bekommt eine angemessene Portion von Kinoplasma und Trophoplasma. Sie kann zum Kern einer besonderen Zelle werden, und dieser Kern kann in vielen Fällen eine selbständige karyokinetische Teilung ausführen, wodurch die Kerne von zwei neuen, selbständigen und sich mit Wänden umgebenden Zellen erzeugt werden. Diejenigen Eigenschaften, welche der Zelle als solche zukommen, sind also nicht nur an die Gesammtheit der in einer Zelle vorkommenden Chromosomen, sondern auch an jedes einzelne dieser Chromosomen gebunden.« Daraus geht jedoch nur hervor, daß solche Kernchen tatsächlich lebensfähig sind und mitotische

---

[1] Strasburger E., Die Ontogenie der Zelle seit 1875. (Progressus rei Botanicae, I. Bd. Jena, 1907.)

[2] Schürhoff P. N., Das Verhalten des Kernes im Wundgewebe. (Beih. z. bot. Centralbl., Bd. 19. 1906.)

[3] Juel N. O., Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* und die bei derselben auftretenden Unregelmäßigkeiten. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXX, Jg. 1897.)

[4] Schürhoff P. N., Karyomerenbildung in den Pollenkörnern von *Hemerocallis fulva*. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. LII, Jg. 1913.)

[5] Strasburger E., Die Controversen der indirekten Kernteilung. (Arch. f. mikr. Anat. 1884, Bd. 23.)

Teilungsfähigkeit besitzen, nicht aber läßt sich der Satz umdrehen, daß ein Chromosom mindestens zum Leben notwendig ist. Wenn Kerne mit einem Chromosom imstande sind, sich mitotisch zu teilen, so müßten nach einem analogen Schluß auch auf amitotische Teilungen wieder Mitosen folgen können, denn durch eine einmalige Durchschnürung des Mutterkernes, der angenommen 24 Chromosomen hätte, besitzen die Tochterkerne im günstigsten Falle immer noch je 12, und ein einziges Chromosom genügt ja, wie Juel nachgewiesen hat, Spindelbildung zu veranlassen; doch steht dies mit allen bisherigen Befunden im Widerspruch. Denn wenn mit dem Besitz der chromatischen Substanz die formativen Eigenschaften des Kernes innigst verknüpft wären, ließe sich von diesen Gesichtspunkten aus Amitose überhaupt nicht erklären. Wenn der Kern in die Amitose eintritt, ist er zwar im Besitze seiner vollständigen chromatischen Substanz, doch die an sie gebundenen Eigenschaften kommen nicht zur Geltung und verschwinden, da der Zweck der Amitose in anderer Richtung liegt. Daraus wird auch verständlich, daß in sich amitotisch teilenden Kernen die Chromatinsubstanz nicht vermehrt wird, wie dies Strasburger (l. c.) bei *Chara* und *Nitella* eindeutig festgestellt hat.

Auch die tatsächlichen Befunde stimmen mit der Ansicht Schürhoffs nicht überein. In den unverdickten, milchsaftführenden Bastzellen von *Urtica* konstatierte Kallen (l. c.) zahlreiche Kerne, die durch amitotische Teilungen zustande kommen und in einer zu drei Viertel freipräparierten, verdickten Bastfaser über 160 auf amitotischem Wege entstandene Kerne. Entgegen den Angaben Treubs (l. c.) konnte auch später Buscalioni[1] das Auftreten von Amitosen in den milchsaftführenden Idioblasten von *Urtica* bestätigen. Da Schürhoff die Characeen als Beispiel anführt, so soll auch an diesem Objekt die Unhaltbarkeit seiner Ansicht gezeigt werden. Die Anzahl der Chromosomen beträgt bei *Chara fragilis* nach den Untersuchungen von Debski[2] 24, Strasburger (l. c.) findet etwas weniger und bleibt bei der Zahl 18, die mit der von Goetz[3] aller Wahrscheinlichkeit nach bei *Chara foetida* gewonnenen Zahl, 16—18, im Einklang steht. Bei *Nitella syncarpa* bestimmte sie Strasburger auf 12. Die primäre Internodialzelle teilt sich nicht mehr mitotisch. Ihr Kern beginnt sich alsbald zu strecken, rundet sich ab und macht eine Strukturänderung durch, beginnt sich allmählich durchzuschnüren und auch die so gebildeten Tochterkerne teilen sich weiter amitotisch. Was die Zahl der Kerne anbelangt, wurden genaue Zahlen nie gegeben und nur immer von zahlreichen Kernen gesprochen. Eine von Johow (l. c.) auf Taf. VII, Fig. 61, abgebildete erwachsene, unberindete Blattzelle enthält nicht weniger als 31 Kerne, von denen einige ihrem Aussehen nach im Begriffe stehen, sich weiter zu teilen.

Es war nun auch notwendig, mich von der Anzahl der Kerne in den Internodialzellen zu überzeugen. Zu diesem Zwecke wurde

---

[1] Buscalioni, Observazione e Ricerche sulla cell. veget. (Estratto dall' Annuario del R. Istit. Bot. di Roma. 1898. Vol. VII, Ref. Bot.-Ztg. 1899, p. 276.)

[2] Debsky B., Beobachtungen über die Kernteilung bei *Chara fragilis*. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXX, 1897.) — Weitere Beobachtungen an *Chara fragilis*. (Jb., Bd. XXXII., 1898.)

[3] Goetz G., Über die Entwicklung der Eiknospe bei den Characeen. (Bot.-Ztg., 1899.)

ein kräftiges *Chara*-Exemplar verwendet und eine vollkommen intakte Internodialzelle herauspräpariert, ohne dabei sie zu verletzen, da sonst infolge des hohen Turgordruckes sie sich rasch entleert und dabei die verschiedensten Inhaltsstoffe mitgerissen werden, darunter vielfach Kerne. Dies erreichte ich leicht dadurch, daß ich zuerst die Rindenzellen entfernte, was bei älteren Exemplaren leicht gelingt und die nun der Länge nach isolierte Zelle rasch in heißem Alkohol brachte und dann sie erst von den beiden Nodien trennte. Durch Zusatz einiger Tropfen Salzsäure konnte das anhaftende Kalziumkarbonat leicht gelöst werden. Gefärbt wurde schließlich mit Karmin. In einem Stück von 1 *mm* Länge zählte ich nicht weniger als etwas über 100 Kerne, so daß auf die ganze Zelle, die im vorliegenden Falle etwa 8 *cm* betrug, 6000—8000 Kerne zu rechnen sind. Es ist also die Zahl der Kerne, die durch Amitose gebildet werden können, keine beschränkte und auch in keiner Weise abhängig von der Zahl der Chromosomen.

III. Fragmentation.

Historisches und eigene Untersuchungen.

Über den von Tischler[1] begrenzten Begriff »Fragmentation« schreibt Strasburger (l. c.): »Bevor die Riesenzellen der *Heterodora*-Gallen zugrunde gehen, stellt sich an ihren Kernen ein als chromolytisch bezeichneter Zerfall in Stücke ein, den G. Tischler allein »Fragmentation« nennen möchte. Dieser Vorgang ist gerechtfertigt und ich habe es meinerseits auch vermieden, dort, wo es sich nicht um den Zerfall eines Kernes in Stücke, sondern um seine wirkliche Teilung, wenn auch ohne innere Sonderung, handelt, nicht von Fragmentation zu sprechen. Es ließe sich in der Tat bei der direkten Kernteilung zwischen Kernvermehrung durch Zerfall in Stücke, d. h. Kernzerklüftung oder Fragmentation und Kernteilung ohne mitotische Sonderung oder Amitose unterscheiden.«

Diese Einteilung ist notwendig und auch ich bin ihr gefolgt und habe im Vorhergehenden versucht, die für die Amitose charakteristischen Momente hervorzuheben. Den Begriff der Fragmentation fasse ich jedoch weiter und stelle zu ihr alle jene morphologischen Veränderungen am Kerne, die mit einem Zerfall in Teilstücke enden können, aber nicht Amitose sind. Die Ursachen, die einen solchen Zerfall herbeiführen können, sind verschiedener Natur, in allen Fällen handelt es sich aber um die Schädigung eines Organes der Zelle, die sich durch Veränderungen am Kerne kundgibt. Es gehören also zu ihr, neben dem chromolytischen Zerfall, ebensogut alle durch Organismenwirkung oder aber Hypertrophie hervorgerufenen Veränderungen in bezug auf Form und Gestalt der Kerne, desgleichen die bei einigen Pflanzen auftretenden amöboiden Kernveränderungen, von denen noch im folgenden die Rede sein wird, kurz alle jene uns bekannten oder derzeit noch

---

[1] Tischler G., Über die *Heterodora*-Gallen an den Wurzeln von *Circaea lutetiana* L. (Ber. d. D. bot. Ges., 1901.)

unbekannten Einwirkungen auf den Kern, die ihn zu Veränderungen seiner Gestalt oder zum Zerfall veranlassen.

Die *Tradescantia*-Arten sind wiederholt wegen der besonders in den Stengelparenchymzellen auftretenden Kernformen ein beliebtes Untersuchungsobjekt gewesen. Die ältere Ansicht, daß es sich hierbei um Amitosen handelt, muß jetzt, dank der Untersuchungen Schürhoff's (l. c.) als überholt angesehen werden, wenngleich man auch schon früher vielfach diesen Vorgang nicht auf dieselbe Stufe mit den Amitosen bei den Characeen gestellt hat. Bei der Untersuchung einiger *Tradescantia*-Arten bemerkte ich, daß meine Befunde nicht in allen Punkten mit denen Schürhoffs übereinstimmen und ich fühle mich daher veranlaßt, sie im folgendem mitzuteilen.

Johow[1] untersuchte *Tradescantia virginica*, *T. subaspera*, *T. Sellowi* und *T. zebrina* und fand Fragmentation im Stengel, ferner in den Staubfadenhaaren. In den letztgenannten findet sie sich nach Nathansohn[2] bei *T. virginica* in den basalen Zellen. Über mehrkernige Zellen bei *T. hypophaea* liegt eine Angabe von Treub (l. c.) vor. Schon Johow beobachtete, daß die Trennung der oft mannigfach gelappten und eingeschnürten Kerne nicht immer eine vollständige ist, sondern daß oft noch die Teilstücke miteinander in Verbindung stehn. Doch fand er auch zerteilte Kerne. Die Anzahl der Teilstücke ist nicht konstant. Zimmermann (l. c.) und Strasburger (l. c.) finden ebenfalls die mannigfachsten Formen, bemerken aber weiter, daß eine vollständige Trennung der Teilstücke und mithin auch mehrkernige Zellen selten, aber doch vorhanden sind. Schürhoff (l. c.) bestreitet jedoch eine tatsächliche Teilung und will auch nie Teilkerne in ein und derselben Zelle gefunden haben, weder an lebendem Material, noch an fixiertem. Ich konnte jedoch bei drei Spezies unzweideutig mehrkernige Zellen nachweisen.

Tradescantia virginica.

Untersucht wurden ältere kräftige Stengelstücke, die zu einer Zeit gesammelt wurden, wo die Pflanzen in vollster Blüte standen.

Die vielfach beschriebenen Kernformen von traubigem Aussehen, wobei die einzelnen Teilstücke durch bandförmig ausgezogene Verbindungsstücke miteinander im Zusammenhang stehen, bekam ich in großer Menge zu Gesicht. Doch fand ich auch Zellen, wenngleich selten, in denen die Trennung der Teilstücke eine vollständige war.

Tradescantia zebrina.

(Taf. I., Fig. 1.)

Von dieser Spezies diente ein kräftiger Sproß zur Untersuchung. Um gleichzeitig ein Bild zu gewinnen, in welchem Stadium der Entwicklung die Fragmentation auftritt, wurden vom Scheitel beginnend die aufeinanderfolgenden Internodien und Nodien untersucht.

In den ersten zwei Internodien traten unregelmäßig konturierte Kerne nur vereinzelt auf. Vom vierten an war ihr Auftreten reichlich, ihre Formen sehr mannigfaltig (Fig. 1a). Der Kern ist entweder in der Mitte mehr oder minder gleichmäßig eingeschnürt, oft die beiden Teilstücke nur noch durch ein dünnes Band mit-

---

[1] Johow Fr., Untersuchungen über die Zellkerne in den Sekretbehältern und Parenchymzellen der höheren Monokolyten. (Inaug. Diss., Bonn 1880.)

[2] Nathansohn A., Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung. (Inaug. Diss., Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 35., 1900. Heft 1.)

einander im Zusammenhang, das aber nie bedeutende Länge erreicht. Die Kerne enthalten nur einen Nukleolus. Wird der Kern durchgeschnürt, tritt eine Vermehrung des Nukleolus nicht ein, so daß ein Teilstück regelmäßig keinen Nukleolus führt. Auch bei fast vollständiger Trennung blieben die Verhältnisse dieselben. Bei *T. virginica,* deren Kerne zahlreiche Kernkörperchen besitzen, ließ sich keine Gesetzmäßigkeit in Bezug auf deren Aufteilung auf die Tochterkerne konstatieren. Vereinzelt fanden sich auch bei *T. zebrina* Zellen, in denen zwei Kerne vorhanden waren und immer war einer von ihnen ohne Nukleolus. Fig. 1b zeigt zwei Kerne, die vollständig voneinander getrennt sind und an den einander zugewendeten Seiten lassen sich noch kleine Höcker erkennen, an denen das nunmehr gerissene und von den Kernen eingezogene Verbindungsstück ansetzte.

Tradescantia viridis.

Das Auftreten der Fragmentation wurde an einem etwa 75 *cm* langen, kräftig entwickelten Sprosse verfolgt. Es zeigte sich im wesentlichen dasselbe wie bei *T. zebrina,* daß sie nämlich erst dann häufig auftritt, wenn die Zellen ihre definitive Größe und Gestalt erlangt haben. Die Kernformen sind oft sehr absonderlich, meist sehr unregelmäßig eingeschnürt und gelappt. Herr Oberinspektor F. Pfeiffer v. Wellheim hatte die Liebenswürdigkeit, mir sein zahlreiches Material zur Durchsicht zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm zu großem Dank verpflichtet bin. Das Vorhandensein zweikerniger Zellen ließ sich unzweideutig feststellen. Die Kerne enthalten 1—2 Nukleolen. Auch hier fand ich, daß oft ein Teilkern keinen Nukleolus enthielt, in anderen Fällen jeder Teilkern je einen, je nachdem ob der Mutterkern nur einen oder zwei besaß.

An drei Objekten konnte ich zeigen, daß durch Fragmentation mehrkernige Zellen gebildet werden können und es bleibt noch die Frage zu entscheiden, wie diese Erscheinung physiologisch zu deuten wäre, ob es sich um einen lebenskräftigen Vorgang oder um eine Alterserscheinung[1] handelt. Für letzteres trat anfangs Strasburger[2] ein, der in der Fragmentation einen eigenmächtig am Zellkern sich abspielenden Vorgang erblickt, der erst dann eintritt, wenn das umgebende Protoplasma seinen Einfluß nicht mehr geltend machen kann und der Kern infolgedessen seinen eigenen Gestaltungstrieben folgt. Neuere Untersuchungen (l. c.) bewogen ihn zu anderer Ansicht: »Somit sind es auch in den Gewebezellen

---

[1] Wenn hier und im folgenden von Alterserscheinungen oder kurz von Alter die Rede ist, so ist das im Sinne von Doflein (Das Problem des Todes und der Unsterblichkeit bei den Pflanzen und Tieren. Breslau, 1919) zu verstehen, der in den Alterserscheinungen Anzeichen gesunkener Lebenskraft erblickt.

[2] Strasburger E., Einige Bemerkungen über vielkernige Zellen und über die Embryogenie von *Lupinus.* (Bot. Ztg., 1886, Jg. 38.)

der *Tradescantia* und wohl auch anderer Phanerogamen, lebenskräftige Kerne, die sich amitotisch teilen, doch mit dem Unterschied von den Internodialkernen der Characeen, daß es bei ihrer Durchschnürung sich um einen sekundären und nicht um einen primären, in den Entwicklungsgang hineingehörenden Vorgang handelt.« Daß bei *Tradescantia* kein seniler Prozeß vorliegen könne, folgert Strasburger daraus, daß Fragmentation auch in jugendlichen Zellen üppig wachsender und blühender Pflanzen anzutreffen ist.

Dennoch schließe ich mich der ersteren Ansicht an. Solange nämlich die Zellen im Wachstum begriffen sind, trifft man Fragmentation höchst selten an. Sind die Zellen aber ausgewachsen, ist sie eine häufige Erscheinung, sie nimmt mit dem relativen Alter zu. Der Umstand, daß die ganze Pflanze jung und lebenskräftig ist, ist kein Grund dafür, annehmen zu dürfen, daß diese Eigenschaften auch allen Teilen der Pflanze zukommen müssen. Ich habe bei *Sambucus* das Verhalten der Kerne des Markes, also eines Gewebes, das dem Stengelparenchym der Monokolyten am nächsten steht, in ihrer Entwicklung verfolgt und gefunden, daß dort das Altern und eine damit verbundene vollständige Desorganisation der Kerne in unglaublich frühen Abschnitten der Entwicklung einsetzt, während die ganze Pflanze in der Vollkraft ihrer Entwicklung stand und üppigst vegetierte.

Das Auftreten von Mitosen normalerweise oder auf den durch Verwundung hervorgerufenen Wundreiz hin bei *Tradescantia* war für Schürhoff (l. c.)[1] ein Hauptmoment, das gegen die Annahme von Amitosen sprach. Denn sonst wäre das Auftreten von Mitosen sehr verwunderlich, haben wir doch gesehen, daß der Kern, wenn er in die Amitose eintritt, seine mitotische Teilungsfähigkeit eingebüßt hat. Sind es aber nur amöboide Veränderungen, die der Kern durchläuft, so steht einer mitotischen Teilung nichts im Wege.

Fragmentation der Kerne, die der bei den *Tradescantia*-Arten vorkommenden ziemlich ähnlich ist, fand ich bei

Funkia sp.

(Tafel I, Fig. 3.)

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf die Kerne der Parenchymzellen des Blattstieles. Sie enthalten mehrere Kernkörperchen von wechselnder Größe. Kerne mit unregelmäßigen Konturen, mit Einkerbungen, Einschnürungen oder Einbuchtungen oder anderen bekannten Formen finden sich nicht selten. Die Einschnürung geht oft sehr weit, so daß der Kern in zwei oder seltener mehr Teilstücke zerlegt wird, die aber immer noch, wenn

---

[1] Schürhoff P. N., Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von *Ranunculus acer.* (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 55, Jg. 1915.)

auch oft nur durch sehr zarte Verbindungsfäden, zusammenhängen. Das Verbindungsstück ist hyalin, ohne jede gröbere, körnige Struktur und nur schwach tingierbar. Die Teilstücke selbst zeigen öfter ebenfalls amöboide Gestalt. Ihre Größe ist sehr verschieden, annähernd gleich, zuweilen sind es jedoch nur ganz kleine Partien von Kernsubstanz, die sich vom Mutterkerne entfernen und mit ihm nur durch einen dünnen Verbindungsfaden im Zusammenhang sind. Die Aufteilung der Nukleolen auf die Tochterkerne ist keine gleichmäßige, je nachdem wo die Einschnürung einsetzte. So kommt es, daß einer oder der andere direkt im Verbindungsfaden zu liegen kommt, wo er dann merklich längsgestrekt sofort durch seine starke Tingierbarkeit auffällt. Ein Zerreißen der Verbindungsfäden und damit verbundene vollständige Trennung der Teilstücke war mir bis jetzt nicht möglich anzutreffen, obwohl ich es auf Grund meiner anderen Befunde nicht für ausgeschlossen halte. Weitere Untersuchungen werden darüber Aufschluß geben. Doch dürfen wie in Fig. 3a abgebildete Stadien nicht zu Irrtümern Anlaß geben.

Fragmentation wurde ferner beobachtet im Marke alter Stengel von *Impatiens Balsamina*. (Taf. I, Fig. 7.) Ihr Auftreten ist gerade nicht selten. Eine vollständige Durchschnürung ließ sich nicht nachweisen.

Desgleichen fand ich sie im peripheren Parenchym kräftiger etiolierter Triebe von *Solanum tuberosum* (Taf. I, Fig. 4 u. 5), wo sie in einer oft mächtigen Ansammlung von transitorischer Stärke eingebettet liegen. Eine effektive Zerteilung in Teilstücke konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Ob es sich bei den im Parenchym der Wurzel von *Beta vulgaris* (Taf. I, Fig. 8) beobachteten Kernformen um Fragmentation handelt, darüber bin ich im Zweifel. Da sie nämlich von den normalen Kernen dnrch ihre bedeutende Größe abweichen, daß ferner diese Kerne zwei Nukleolen enthalten, respektive jedes Teilstück je einen und eine Teilung der Nukleolen bei Fragmentation nicht stattfindet, ist der Gedanke an eine Kernverschmelzung nicht von der Hand zu weisen. Es enthalten zwar auch normalerweise Kerne zwei Nukleolen (Taf. II, Fig. 15), doch ist dies ein seltener Fall.

Im Wassergewebe ganz alter Blätter von *Aloe vulgaris* (Taf. I, Fig. 6) kommt Kernfragmentation neben den noch im folgenden zu besprechenden Kernvakuolen ziemlich häufig vor. Die Trennung der Teilstücke ist oft eine vollständige, oft hängen sie noch an einer Stelle zusammen oder es sind die Kerne eingeschnürt und vielfach zerklüftet. Die Verfolgung der Entwicklung der Blätter lehrte, daß Fragmentation nur in älteren Blättern häufig auftritt, in jüngeren nur ab und zu.

Tropaeolum majus.

(Taf. I, Fig. 2.)

Einer Angabe Strasburgers (l. c.) zufolge sollen die Kerne des Markes von *Tropaeolum* und *Nicotiana* kurz vor ihrer Auflösung in Teilstücke zerfallen, so daß zweikernige Zellen unter solchen eingestreut liegen, deren Kerne bereits aufgelöst sind, dies jedoch nur in ganz alten Stadien. Ich habe wiederholt von einer Reihe von *Tropaeolum*-Exemplaren die ältesten Stengelstücke untersucht, aber weder Zellen mit mehreren Kernen, noch solche, deren Kerne bereits aufgelöst sind, zu Gesicht bekommen.

Die Gattung *Tropaeolum* wird in den Gärten in vielen Spielarten gezogen und es scheint mir daher nicht unwahrscheinlich, daß sie auch in ihrem feineren Aufbau sich nicht gleich verhalten und Verschiedenheiten aufweisen, so daß Strasburgers und meine Befunde sich nicht decken. Das vor Auflösung der Kerne oft ein Zerfall einsetzt, darüber berichtet Strasburger[1] auch an einer anderen Stelle.

Um mir Gewißheit darüber zu verschaffen, wie die Verhältnisse im Laufe der ganzen Entwicklung der Pflanze liegen und welche Veränderungen die Kerne des Markes im Alter erleiden, untersuchte ich einen etwa 110 *cm* langen Sproß, dem in Abständen von 1 (I), 2 (II), 5 (III), 10 (IV), 20 (V), 30 (VI), 40 (VII), 60 (VIII), 80 (IX), 100 (X) und 110 (XI) *cm* vom Scheitel an gerechnet, einzelne Partien entnommen wurden, so daß sich auf diese Art alle Veränderungen, die sich eventuell am Kerne abspielen, und deren Übergänge nachweisen lassen mußten.

Die Kerne enthalten meist nur ein Kernkörperchen, dessen Gestalt, Form und Größe wechselnd ist, außerdem zahlreiche kleine, stark färbbare Körnchen, auf die auch Molisch (l. c.) in anderem Zusammenhang verweist.

Bei *Tropaeolum* tritt analog wie bei *Tradescantia* Fragmentation erst dann in reichlicher Menge auf, wenn die Zellen vollkommen ausgewachsen sind. Die amöboiden Kernformen sind allerdings nicht von der Menge und Mannigfaltigkeit wie bei dieser.

Da bei *Tropaeolum* das Mark selbst bis ins späteste Alter am Leben bleibt und seinen saftigen Charakter bewahrt, ist dadurch eine Vorbedingung für das Zustandekommen amöboider Kernveränderungen gegeben; desgleichen bei den anderen Objekten, wo sie gefunden wurde. Es ist nun von Interesse, welches Verhalten die Kerne in einem Gewebe zeigen, das binnen kurzem abstirbt und zwar zu einer Zeit, wo die ganze Pflanze noch in vollem Wachstum steht. Zu diesem Zwecke wurde *Sambucus* gewählt. Während die ganze Pflanze noch jugendlich ist, also von Alterserscheinungen äußerlich nichts erkennen läßt, trifft dies für das Mark des Stammes nicht zu, das nur eine sehr begrenzte Lebensdauer hat.

---

[1] Strasburger E., Über den Teilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältnis der Kernteilung zur Zellteilung. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 21.)

Untersuchtes Stengelstück	Verhalten der Kerne im Marke	Anmerkung
I.	Kerne mit unregelmäßiger Umgrenzung nur vereinzelt (Fig. 2 a).	
II.		Einsetzen eines stärkeren Längenwachstums der Zellen.
III.—IV.	Kerne vielfach gestreckt (oft spindelförmig), selten gelappt, gekerbt oder eingeschnürt. Kerne mit fädigen Fortsätzen vorhanden, an denen Plasmafäden ansetzen. Kernvolumen hat etwas zugenommen (Fig. 2 b). Fragmentation selten.	Starkes Längenwachstum der Zellen, mit dem die Kernformen im Zusammenhang stehen.
V.	Kerne nehmen zum größten Teil wieder rundliche Formen an. Fragmentation selten.	
VI.—VII.	Fragmentation reichlich. Besonders spindelförmige Kerne davon betroffen. Eine vollständige Trennung der Teilstücke nicht vorhanden (Fig. 2 c).	
VIII.—X.	Kerne und Nukleolen nehmen an Volumen ab (Fig. 2 d). Sonst wie VI.—VII Die auftretenden Fragmentationsbilder sind fixierte Zustände früherer Stadien, da der Kern seine leichte Veränderlichkeit eingebüßt und zähere Konsistenz besitzt.	
XI.	Kerne durchwegs im Wandbelag, stark färbbar, körnige Struktur, Chromatin oft zusammengeballt (Fig. 2 d).	Zellen mit Zerfallsprodukten von Kernen oder überhaupt ohne Kerne nicht vorhanden.

Sambucus nigra.

Von einem kräftigen, noch im Wachsen befindlichen Triebe wurden die ersten acht aufeinanderfolgenden Internodien untersucht und nur auf die Kerne des Markes Gewicht gelegt. Ihre Gestalt ist im allgemeinen rundlich, seltener schwach elliptisch. Nukleolen meist ein großer und bis drei kleinere vorhanden. Die Markzellen des an den Gefäßteil angrenzenden Teiles zeigen ein anderes Verhalten als die zentral gelegenen, weshalb sie getrennt von diesen besprochen werden müssen.

Untersuchtes Internodium	Zentraler Teil des Markes	Peripherer Teil des Markes
1.	Kerngröße im Durchschnitt 27 μ × 19·5 μ. Zellen enthalten viel Plasma und zahlreiche verstreut liegende Plastiden.	
2.	Kerne nehmen an Größe zu (31·5 μ × 20·5 μ), desgleichen die Nukleolen. Hängt mit dem Wachstum der Zellen zusammen.	
	Plastiden weniger reichlich, in der Zelle verstreut, Kern übt keine anziehende Wirkung auf sie aus.	Plastiden reichlich, zum Teil um den Kern gelagert.
3.	Kerne verlieren an Substanz, sind schwächer färbbar. Abnahme der Nukleolarsubstanz.	Wie bei 2.
4.	Bedeutende Volumsabnahme der Kerne (10·5 μ × 8·2 μ). Plastiden sind verschwunden. Kerne stärker tingierbar, ihr Gerüst grobkörnig.	Volumsabnahme nicht so stark wie im zentralen Teil (14·5 μ × 13·2 μ). Kerne von Plastiden umgeben. Abnahme der Nukleolarsubstanz. Gerüst der Kerne grobkörnig.
5.	Kerngröße 8·4 μ × 6·5 μ.	Kerngröße 14·5 μ × 12·4 μ. Vereinzelte Plastiden noch um die Kerne.
6.	Kerngröße 6·4 μ × 5·4 μ. Kerne bereits abgestorben und eingetrocknet.	Kerngröße 13·2 μ × 10·2 μ. Plastiden verschwunden.
7., 8.	Wie bei 6.	Wie bei 6. Vereinzelt sind noch Nukleolen nachweisbar.

Daß die Zellen des peripheren Markteiles nicht so rach zugrunde gehen, führe ich darauf zurück, daß sie in der Nähe der Wasserleitungsbahnen liegen, denen sie osmotisch Wasser entziehen können und so länger am Leben bleiben als die des zentralen Teiles, die alsbald vollständig eintrocknen und sich mit Luft füllen. Die Schädigung der Kerne läßt sich schon im 3. Internodium konstatieren und wird eingeleitet durch Substanzverlust.

Wenn bei dikotylen Pflanzen amöboide Kernveränderungen seltener auftreten, als bei monokotylen, so ist der Grund dafür wohl darin zu suchen, daß zumeist die Bedingungen dafür bei diesen nicht gegeben sind. Das Stengelparenchym der Monokotylen, in

dem sie sich vornehmlich finden, bewahrt bis in das späteste Alter seinen saftigen Charakter, während das ihm entsprechende Gewebe der Dikotylen, nämlich das Mark, schon frühzeitig abstirbt und eintrocknet und so der Wassermangel in erster Linie dafür verantwortlich gemacht werden muß. Tritt ein solcher jedoch nicht ein, wie z. B. bei *Tropaeolum, Impatiens* u. a., so wird man nach meiner Meinung meist nicht vergebens nach ihnen suchen.

IV. Vakuolisierung der Kerne.

Historisches.

Beobachtungen über das Vorkommen von Vakuolen in Zellkernen wurden nur vereinzelt gemacht und diese interessante Erscheinung wurde noch nie im Zusammenhang behandelt. Kallen (l. c.) fand vakuolisierte Kerne vereinzelt im Marke von *Urtica urens*, desgleichen in alten unverdickten Holzparenchymzellen. Auch in ganz alten Bastfasern traf er Kerne an, die eine oder mehrere Vakuolen enthielten, die sich ausdehnen, schließlich platzen und so den Kern in zwei oder mehrere Teilstücke zerlegen. Die sich darauf beziehenden Abbildungen (Fig. 23—30), speziell Fig. 27, machen dies sehr wahrscheinlich. Dieser Annahme steht jedoch Zimmermann (l. c.) skeptisch gegenüber. Das Auftreten von Vakuolen in Kernen bei *Tropaeolum* wird von Strasburger (l. c.) als Desorganisationserscheinung aufgefaßt. Johow (l. c.) hingegen, der sie in den Kernen von *Hyacinthus* häufig feststellen konnte, sagt darüber in einer Fußnote: »Ebensowenig kann das Auftreten vakuolenartiger Hohlräume im Zellkerne als Beleg für eine solche Annahme (Desorganisation) gelten; wäre ja doch nicht einzusehen, warum der Zellkern als ein Glied des Protoplasmakörpers einem Kriterium unterliegen sollte, welches auf das übrige Protoplasma keine Anwendung findet.« Ferner liegt eine Angabe von Johow (l. c.) vor, wonach in alten Blättern und Internodien von *Anthurium* die Kerne der Raphidenschläuche oft in der Mitte eine große Vakuole oder ein Loch besitzen, so daß sie von der Fläche gesehen ringförmig erscheinen. Ähnliches ergab sich in den Raphidenschläuchen von *Tradescantia*, daß nämlich mit zunehmendem Alter das Substrat der Kerne immer mehr aufgelockert wird, ja selbst vakuoliges oder schaumiges Aussehen erhält. Fr. Schwarz[1] konnte letztere Angaben nicht bestätigen und sieht darin Kunstprodukte, die durch die von Johow (l. c.) zur Mazeration verwendete Kalilauge zustande gekommen sind. Bei *Chara* wurden Vakuolen zuerst von Schmitz (l. c.) gefunden, und zwar in den Kernen älterer Rindenzellen. Durch Ausdehnung kann die Vakuole platzen und die Kernsubstanz durchbrechen. Dieser Befund wurde dann von Johow (l. c.) bestätigt und erweitert und ihr Vorkommen bei *Chara foetida* wenn auch nicht häufig »in der Berindung von Stamm und Blatt, ferner in den Rhizoiden und dem ersten Glied der Vorkeime« festgestellt. Ihre Anzahl und Größe ist verschieden. Gegen die Grundsubstanz sind sie durch eine sich dunkler färbende Hautschicht abgegrenzt.

Bei der Untersuchung der Gefäßbildung in gequetschten Wurzeln von *Pisum sativum* fand Němec[2], daß mit zunehmender Differenzierung der Gefäße das Cytoplasma allmählich schwindet, der Kern substanzärmer wird, bis schließlich Nukleolus und der strukturierte Kerninhalt vollständig verschwinden. »Das letzte Stadium bildet ein blasenförmiger Kern mit homogenem, nicht tingierbarem Inhalt innerhalb der derben Membran.... In einigen Fällen, wo die blasenförmigen Kerne noch einen Nukleolus enthielten, deuteten einige Bilder darauf hin, das derselbe aus dem Kerne, der jetzt den Eindruck einer Vakuole macht, ausgestoßen wird.«

---

[1] Frank Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. (Cohns Beitr. z. Biologie d. Pfl., 5. Bd., 1892.)

[2] Němec B., Über Degeneration der Zellkerne. (Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême 1910. Sep. Abdr. p. 6.)

Fassen wir die Ergebnisse vorliegender Angaben zusammen, so ergibt sich, daß das Auftreten von Vakuolen in den Kernen durchwegs in ausgewachsenen Zellen stattfindet, vielfach von sehr alten Zellen beschrieben wird. Ob diese Erscheinung Zeichen einer Desorganisation ist, darüber herrscht Meinungsverschiedenheit. Durch Ausdehnung können die Vakuolen platzen und dadurch die Kernsubstanz zerklüften.

Kernvakuolen von ganz eigener Art wurden von Molisch (l. c.) beschrieben, die mit den angeführten Fällen jedoch nur wenige Analogien aufweisen. Es liegt nämlich hier nicht die Vakuole in der Kernsubstanz selbst, sondern sie schiebt sich zwischen dieser und der Kernmembran ein, so daß der Kern von einer großen Saftblase umgeben scheint, die von einem zarten Häutchen, der gedehnten Kernmembran, umgeben ist und so die Vakuole von dem Protoplasma trennt. Molisch nennt diese Kerne Blasenkerne. Die Kernsubstanz liegt entweder mehr oder minder zentral in dem Saftbläschen oder oft auch der Vakuolenwand direkt an. Im Milchsaft von *Musa chinensis* treten sie häufig auf, weniger reichlich bei *Musa Ensete*, bei Aroideen und bei *Humulus Lupulus*. Der Inhalt des Saftbläschens dürfte ein lösliches Eiweiß sein, da sowohl bei *Musa* als auch bei *Philodendron* im Saftraum der Kerne Eiweißkrystalle vorkommen können und außerdem besitzt diese Flüssigkeit hohen osmotischen Wert, wie einschlägige Versuche gelehrt haben. Die Bildung von Randvakuolen ließ sich auch künstlich bei Kernen von *Clivia* herbeiführen, wenn man sie in destilliertes Wasser brachte. In dieser Richtung liegen auch Untersuchungen von Fr. Schwarz vor. In Chloroplasten, die in Wasser liegen, können Vakuolen entstehen, so daß sie schließlich in einen Blasenhaufen verwandelt werden. Auch Zellkerne quellen unter der Einwirkung von Wasser und dabei können ebenfalls Vakuolen entstehen, doch bilden sie sich immer an der Peripherie des Kernes. Was den Stoff anlangt, der in die Vakuolen übergeht, nimmt Fr. Schwarz an, daß es das Paralinin, die sogenannte Grundsubstanz des Kernes sei, daß aber dabei auch noch die übrigen im Kerne vorkommenden Substanzen teilnehmen können. Bei Anwendung von Fällungsmittel entsteht tatsächlich in den Vakuolen ein feiner Proteinniederschlag.

Eigene Untersuchungen.

Bei einer Reihe von Pflanzen ist es mir gelungen, das Auftreten von Vakuolen in den Kernen festzustellen.

Solanum nigrum.

(Taf. II, Fig. 17.)

Das Auftreten von Vakuolen in den Kernen wurde im Markparenchym beobachtet. Sie sind in der Regel nur in der Einzahl vorhanden und können in manchen Fällen bedeutende Größe erlangen. Ihre Gestalt ist mehr oder minder rund. Die der Vakuole anliegenden Partien der Kernsubstanz zeichnen sich durch ein dichteres Gefüge aus und sind demnach stärker tingierbar als die mehr gegen die Peripherie gerückten Teile, eine Erscheinung, die ich auch bei anderen Objekten finden konnte. Oft liegen die Vakuolen der Kernmembran sehr stark genähert, so daß nur eine ganz dünne Lamelle zwischen ihr und dem umgebenden Plasma vorhanden ist. Der Nukleolus, der immer in der Einzahl vorhanden ist, ist an keine bestimmte Lage innerhalb der Kernsubstanz gebunden.

Lactuca sativa.

(Taf. II, Fig. 13.)

Bei diesem Objekt fand ich sie ebenfalls im Marke, im Rindenparenchym fehlen sie. Sie sind sehr selten. Die Lage der Vakuolen ist bald zentral, bald mehr exzentrisch, sie bleiben meist klein und überschreiten selten die Größe des halben Kerndurchmessers. Die Nukleolen, bis zu drei in einem Kern, liegen zumeist in dem breiteren, durch die Vakuole gebildeten Teil der Kernsubstanz.

Prunus domestica.

(Taf. II, Fig. 14.)

Die Kerne des Fruchtfleisches sind ab und zu vakuolisiert, doch bleiben auch hier die Vakuolen meist klein.

Die untersuchten Früchte waren noch nicht reif, grün und noch nicht ausgewachsen.

Beta vulgaris.

(Taf. II, Fig. 15.)

Kerne mit Vakuolen sind in den saftigen parenchymatischen Zellen der ausgewachsenen rübenförmigen Wurzel nicht selten. Ihre Größe kann oft ziemlich bedeutend werden. Selten sind zwei vorhanden, die dann meist klein bleiben, und wenn einander stark genähert, nur noch durch ein zartes Häutchen getrennt sind. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß durch ihr Verschmelzen eine große Vakuole gebildet werden kann. Bei vereinzelten Kernen wird der Nukleolus rein mechanisch in den Hohlraum hineingedrängt und ragt dann oft bis zu seiner Hälfte in diesen hinein.

Prunus armeniaca.

(Taf. II, Fig. 9.)

Eine Vakuolisierung der Kerne in einem Ausmaße und einer Reichlichkeit, wie sie wohl selten anzutreffen sein dürfte, fand ich im Parenchym des Fruchtfleisches vor. Zur Untersuchung gelangten Früchte, die eben zu reifen begonnen hatten, bereits also eine gelbliche Farbe hatten, immerhin aber noch ein sehr festes Zellgefüge aufwiesen.

Die Kerne liegen zum Teil der Zellwand an, oft aber sind sie von einer großen Zahl mitunter sehr mächtiger Plasmastränge in der Mitte der Zelle suspendiert und selbst von einer großen Plasmaansammlung umgeben (Taf. II, Fig. 10). Die Größe und Gestalt der Kerne ist schwankend, doch weichen die vakuolisierten von den normalen was Größe anlangt, nicht sonderlich ab. Die Nukleolen sind meist in der Einzahl. Die Art der Vakuolisierung ist von großer Mannigfaltigkeit. Oft zeigen die Kerne in ihrem Inneren bloß eine einzige Höhlung. Von kleinen Vakuolen, die als Anfangsstadien anzusehen sind bis zu solchen, die so weit gehen, daß sie fast den ganzen Kern erfüllen, kommen alle Übergänge vor.

Die ganze Masse der Kernsubstanz ist in die zuweilen sehr dünn gewordene Randzone zusammengedrängt. Daß dem so ist, läßt sich leicht dadurch zeigen, daß mit der Größenzunahme der Vakuole auch die Tingierbarkeit der Randzone zunimmt. Von viel größerem Interesse sind die Kerne, die zwei oder mehrere Vakuolen führen. Zuerst sind sie klein, unregelmäßig im Kern zerstreut, von verschiedener Größe und gegenseitig sich mehr oder minder genähert. Allmählich vergrößern sie sich, stoßen aneinander und platten sich gegenseitig ab, da die zwischen ihnen liegende oft zu einer sehr dünnen Lamelle ausgedehnte Kernsubstanz ihr Ineinanderfließen verhindert. Am häufigsten sind zwei große Vakuolen, doch gesellen sich gerne zu diesen noch einige weitere, jedoch kleine hinzu. Oft kann man auch finden, daß sie dort, wo sie in größerer Zahl vorkommen, die Kernmembran nach außen hin blasenförmig auftreiben und der Kern dadurch seine sonst immer beibehaltene regelmäßige Gestalt verliert. Jeden dieser vorspringenden Höcker füllt eine Vakuole aus. Zuweilen kamen mir auch Kerne unter, die nur noch eine minimale Menge von Kernsubstanz besaßen. Sie bestanden fast nur aus Vakuolen, die sich gegenseitig stark abplatteten und von zarten Häuten umspannt wurden.

In Kernen mit bloß einer Vakuole findet man, falls sie exzentrisch liegt, den Nukleolus im breiteren Teile des Randsaumes, ist dieser aber gleichbreit, ragt er oft ein wenig in den Hohlraum hinein — doch kommt dies auch in anderen Fällen vor — oder er ist kappenförmig abgeplattet. Sind zwei oder mehrere vorhanden, liegen sie dort, wo sich größere Ansammlungen von Kernsubstanz gebildet haben.

Da durch starke Ausdehnung des Vakuoleninhaltes, der von dem den Kern umgebenden Protoplasma oft nur durch eine sehr zarte Membran noch getrennt ist, auch diese noch weiter ausgedehnt wird, ist es von vornherein nicht von der Hand zu weisen, daß sie schließlich zerreißt und so der Kern zerklüftet wird. Doch habe ich vergeblich nach Bildern gesucht, die dies hätten zeigen können und vielleicht können noch ältere Stadien darüber Aufklärung verschaffen.

Fr. Schwarz (l. c.) kam auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß durch Quellung in destilliertem Wasser die Chloroplasten in ihrem Inneren Vakuolen bilden, so daß sie oft wie Blasenhaufen aussehen, bei Kernen gelang dies jedoch nie in solchem Ausmaß. Im vorliegenden Falle erwecken zahlreiche Kerne tatsächlich diesen Eindruck und weisen gewisse Ähnlichkeiten mit den von Fr. Schwarz auf Taf. I abgebildeten Chlorophyllkörnern auf. Daß auch hier osmotisch wirksame Stoffe maßgebend sind, scheint mir nach allen Beobachtungen sehr wahrscheinlich und es ist merkwürdig, daß vakuolisierte Kerne nur dort auftreten, wo die Zellen auch bis in ihr spätes Alter ihren saftigen Charakter bewahrt haben.

Funkia sp.

(Taf. II, Fig. 16.)

Neben der schon früher besprochenen Fragmentation kommen im Parenchym des Blattstieles zuweilen auch vakuolisierte Kerne vor. Sie sind nicht häufig und die Vakuolen immer in der Einzahl, ihre Größe nicht bedeutend. Rücken sie stark an die Pheripherie

des Kernes heraus, so kann es leicht vorkommen, daß die Kernsubstanz von ihnen durchbrochen wird und sie nun direkt an das Plasma angrenzen. In dieses ragen sie dann oft bis zu ihrer Hälfte hinein, sind aber immer von einem zarten hyalinen Häutchen umgeben, das durch seine Lichtbrechung hervortritt und sich auch schwach färben läßt. Die Vakuole dürfte auch, so lange sie noch allseits von Kernsubstanz umschlossen ist, von einer zarten Membran umgeben sein, wodurch es auch verständlich wird, daß in den Hohlraum nie andere Bestandteile des Kernes, wie Chromatinkörnchen oder Nukleolen hineingelangen können, es sei denn, daß letztere mechanisch hineingedrängt werden. In jenen Fällen, wo die Vakuole die Kernsubstanz durchbricht, hinterläßt sie am Kern eine kreis- respektive kugelsegmentförmige Einbuchtung, die auch dann noch erhalten bleibt, wenn die Vakuole platzt. Dadurch kommen henkel- oder sichelartig gekrümmte Kerne zustande, an denen die regelmäßig konturierte Einbuchtung noch den Sitz der ehemals vorhandenen Vakuole erkennen läßt.

Zuweilen schien es mir, auch bei den anderen besprochenen Objekten, als ob im Inneren der Vakuolen ein feinkörniger Niederschlag sich befände, der auf Eiweißsubstanzen hinweist, die durch die Fixierung ausgefällt wurden.

Aloe vulgaris.

(Taf. II, Fig. 11, 12.)

Da bei dieser Pflanze die vakuolisierten Kerne im Wassergewebe der Blätter vorkommen, war es leicht möglich, an ein- und demselben Exemplar die Entwicklung der Kerne zu verfolgen, ob die Vakuolenbildung schon frühzeitig auftritt oder aber erst in ganz alten Stadien und ob sie analog des einen Falles der Fragmentation eine Alterserscheinung ist. An einem kräftigen Exemplare wurden alle Altersstadien der Blätter untersucht.

In den zwei jüngsten Blättern zeigten die Kerne des Wassergewebes völlig normales Aussehen und führten mehrere Nukleolen. Aber schon im dritten Blatte, das noch nicht ausgewachsen war, traten vereinzelt Vakuolen in den Kernen auf. Je ältere Blätter untersucht wurden, desto häufiger waren sie zu finden. Fast durchwegs kommt nur eine einzige in jedem Kerne vor, seltener sind zwei und mehr wurden überhaupt nicht beobachtet. Die um die Vakuole liegenden Partien der Kernsubstanz zeichnen sich auch bei diesem Objekt durch ihre stärkere Tingierbarkeit aus. In ganz alten Blättern fällt auf, daß eine weitere Zunahme derartiger Kerne nicht mehr stattfindet, im Gegenteil, sie scheinen seltener zu werden. Das hat darin seinen Grund, daß die Vakuolen vielfach platzen und dadurch Kernformen entstehen, die sichel- oder henkelartig gekrümmt und gelappt sind und oft noch den Sitz der früher vorhandenen Vakuole erkennen lassen (Taf. II, Fig. 12).

Auch lebend lassen sich die Kerne leicht beobachten. Schneidet man ein Blatt an, so quillt zäher Schleim aus der Schnittwunde hervor, in dem unter dem

Mikroskope zahlreiche Kerne zu sehen sind. Isoliert man vakuolisierte möglichst vom Schleim und fügt dann destilliertes Wasser hinzu, so nehmen die Vakuolen Wasser osmotisch auf und beginnen sich zu vergrößern. Bringt man sie in konzentriertere Lösungen von KNO_3 oder Rohzucker, so verringert sich ihr Volumen zusehends, bis sie schließlich fast ganz verschwinden und ihre Anwesenheit nur noch ein Spalt anzeigt, den die nun aneinanderschließenden früheren Vakuolenränder miteinander bilden. Auch hier ist also eine osmotisch wirksame Substanz an der Vakuolenbildung beteiligt, die eiweißartiger Natur sein dürfte, was in anderen Fällen von Molisch und Fr. Schwarz ziemlich sicher erwiesen ist.

Das Auftreten von Vakuolen im Kern ist bei *Aloe* unzweifelhaft das Zeichen einer beginnenden Degeneration der Kerne. Ihre Bildung und Entstehung setzt zwar schon in noch relativ jungen Stadien ein, nimmt aber mit zunehmendem Alter an Häufigkeit beträchtlich zu. Wenn auch der Kern, von morphologischen Gesichtspunkten betrachtet, vielfach sein Aussehen oder seine Struktur nicht oder nur wenig im Alter verändert, so dürften doch in seinem Inneren für uns nicht greifbare Veränderungen vor sich gehen, infolge derer er gewissen äußeren Einflüssen nicht mehr einen entsprechend starken Widerstand entgegensetzen kann. So ist es leicht verständlich, daß amöboide Gestaltsveränderungen an alten Kernen häufiger anzutreffen sind als an jungen, daß die Vakuolenbildung in jugendlichen Kernen unterdrückt wird, in älteren, wo seine Widerstandskraft abnimmt, immer reichlicher wird. Ich halte die Vakuolenbildung für eine krankhafte Erscheinung am Kern, die nicht geeignet ist, irgendwelche Vorteile für ihn herbeizuführen.

Schließlich sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. H. Molisch für das rege Interesse, das er dieser Arbeit jederzeit entgegenbrachte und die wertvollen Anregungen meinen ergebensten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich herzlichst Herrn Assistenten Dr. G. Klein für die stete Förderung meiner Arbeiten und die freundschaftlichen Rathschläge, die er mir stets angedeihen ließ.

Zusammenfassung.

Bei jenen Fällen direkter Zerteilung des Kernes, wo eine Heraussonderung der Chromosomen nicht stattfindet, wurde streng unterschieden zwischen Amitose und Fragmentation.

An Hand von Beispielen wurde zu zeigen versucht, daß Amitose ein gegenüber Mitose vereinfachter Teilungsvorgang ist, aber nur dort auftreten kann, wo eine gleichmäßige Aufteilung der Erbmasse nicht notwendig ist. Die von Schürhoff aufgestellte Behauptung, daß bei amitotischer Teilung nur so viele Tochterkerne gebildet werden können, als der Mutterkern normalerweise Chromosomen enthält, wurde widerlegt.

Der Begriff der Fragmentation wurde weiter gefaßt und zu ihr alle jene morphologischen Veränderungen am Kerne gestellt, die einen Zerfall des Kernes in Teilstücke bedingen können, aber

nicht Amitose sind. Bei neuerlicher Untersuchung einiger *Tradescantia*-Arten (*T. virginica, T. zebrina* und *T. viridis*) konnte eindeutig festgestellt werden, daß durch die zur Fragmentation zu rechnenden amöboiden Gestaltsveränderungen in der Tat mehrkernige Zellen gebildet werden können, was Schürhoff bei *Tradescantia virginica* in Abrede stellt. In einer Reichlichkeit und einem Ausmaße wie bei *Tradescantia* wurden sie im Parenchym des Blattstieles von *Funkia sp.* gefunden und beschrieben, ferner, wenn auch selten, im Marke von *Impatiens Balsamina*, im Rindenparenchym etiolierter Triebe von *Solanum tuberosum*, im Parenchym der fleischigen Wurzel von *Beta vulgaris*, im Wassergewebe von *Aloe vulgaris* und im Marke von *Tropaeolum majus*. Auf Grund vergleichender Untersuchungen wurde die Frage, ob dieser Fall von Fragmentation als Alterserscheinung aufzufassen sei, im bejahenden Sinne beantwortet. Daß die Kerne gewisser Gewebe der Desorganisation anheimfallen, während die ganze Pflanze noch im jugendlichen Zustande sich befindet, wurde am Marke von *Sambucus* gezeigt.

Ferner wurde eine Erscheinung an Kernen beschrieben, die in der Literatur bis jetzt wenig Berücksichtigung erfahren hat, das Auftreten von Vakuolen im Kerne. Sie wurden gefunden in den Kernen des Markes von *Solanum nigrum*, im Marke von *Lactuca sativa*, im Fruchtfleisch von *Prunus domestica*, im Parenchym der Wurzel von *Beta vulgaris*, im Parenchym des Blattstieles von *Funkia sp.* und in höchster Vollendung im Fruchtfleisch von *Prunus armeniaca*. Die Zeit ihres Auftretens wurde bei *Aloe vulgaris* verfolgt, bei der die Kerne des Wassergewebes oft vakuolisiert sind und gefunden, daß ein seniler Prozeß vorliegt. Die Vakuolen sind imstande zu platzen und dadurch den Kern zu zerklüften. Die Ansicht von Kallen, daß dadurch der Kern in Teilstücke zerlegt werden kann, gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit. Als sekundäre Erscheinung ist dieser Fall ebenfalls zur Fragmentation zu stellen. Die Vakuolen enthalten, wie einschlägige Versuche lehrten, eine osmotisch wirksame Flüssigkeit.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1*a*. Verschiedene Fragmentationsstadien der Kerne aus den Parenchymzellen des Stengels von *Tradescantia zebrina*.

Fig. 1*b*. Zwei durch Fragmentation entstandene Tochterkerne, von denen der eine keinen Nukleolus besitzt. Vergr. 460.

Fig. 2*a*. Kerne aus dem Mark des Stengels von *Tropaeolum majus*, 1 *cm* unterhalb des Vegetationskegels.

Fig. 2*b* und *c*. Kerne aus älteren Zellen und

Fig. 2*d*. Kerne aus ganz alten Zellen des Markes. Vergr. 285.

Fig. 3. Durch Fragmentation bedingte mannigfache Gestaltsveränderungen der Kerne aus den Parenchymzellen des Blattstieles von *Funkia sp.* Bei *a* ein Kern, der leicht eine vollständige Trennung der beiden Teilstücke vortäuschen kann.

Fig. 4. Verschiedenartig eingeschnürte und gelappte Kerne aus den Rindenparenchymzellen eines etiolierten Triebes von *Solanum tuberosum*. Vergr. 285.

Fig. 5. Desgleichen ein fast bis zur vollständigen Trennung durchgeschnürter Kern in einer Ansammlung von Plasma und Stärke liegend. Vergr. 335.

Fig. 6. Kerne aus dem Wassergewebe des Blattes von *Aloë vulgaris*. In einzelnen Fällen ist die Einschnürung so weit gegangen, daß die Kernstücke nur noch durch schmale Brücken miteinander im Verbande sind. Vergr. 460.

Fig. 7. Kernformen aus den Parenchymzellen des Markes eines alten Stengels von *Impatiens Balsamina*. Vergr. 335.

Fig. 8. Eingeschnürte Kerne aus der fleischigen Wurzel von *Beta vulgaris*. Vergr. 460.

Tafel II.

Fig. 9. Sehr stark vakuolisierte Kerne aus den saftigen parenchymatischen Zellen des Fruchtfleisches von *Prunus armeniaca*. Vergr. 540.

Fig. 10. Einzelner Kern in der Mitte der Zelle von mächtigen Plasmasträngen suspendiert. Vergr. 285.

Fig. 11. Vakuolisierte Kerne aus den Zellen des Wassergewebes von *Aloë vulgaris*. Vergr. 460.

Fig. 12. Gelappte Kerne, entstanden durch Platzen der Vakuolen. Bei *a* beginnt sich die Kernsubstanz an einer Seite von der Vakuole zurückzuziehen und nur ein dünnes Häutchen trennt noch den Vakuoleninhalt von dem umgebenden Plasma. Vergr. 460.

Fig. 13. Kerne mit Vakuolen aus alten Zellen des Markes von *Lactuca sativa*. Vergr. 540.

Fig. 14. Vakuolisierte Kerne aus den Zellen des Fruchtfleisches von *Prunus domestica*. Vergr. 335.

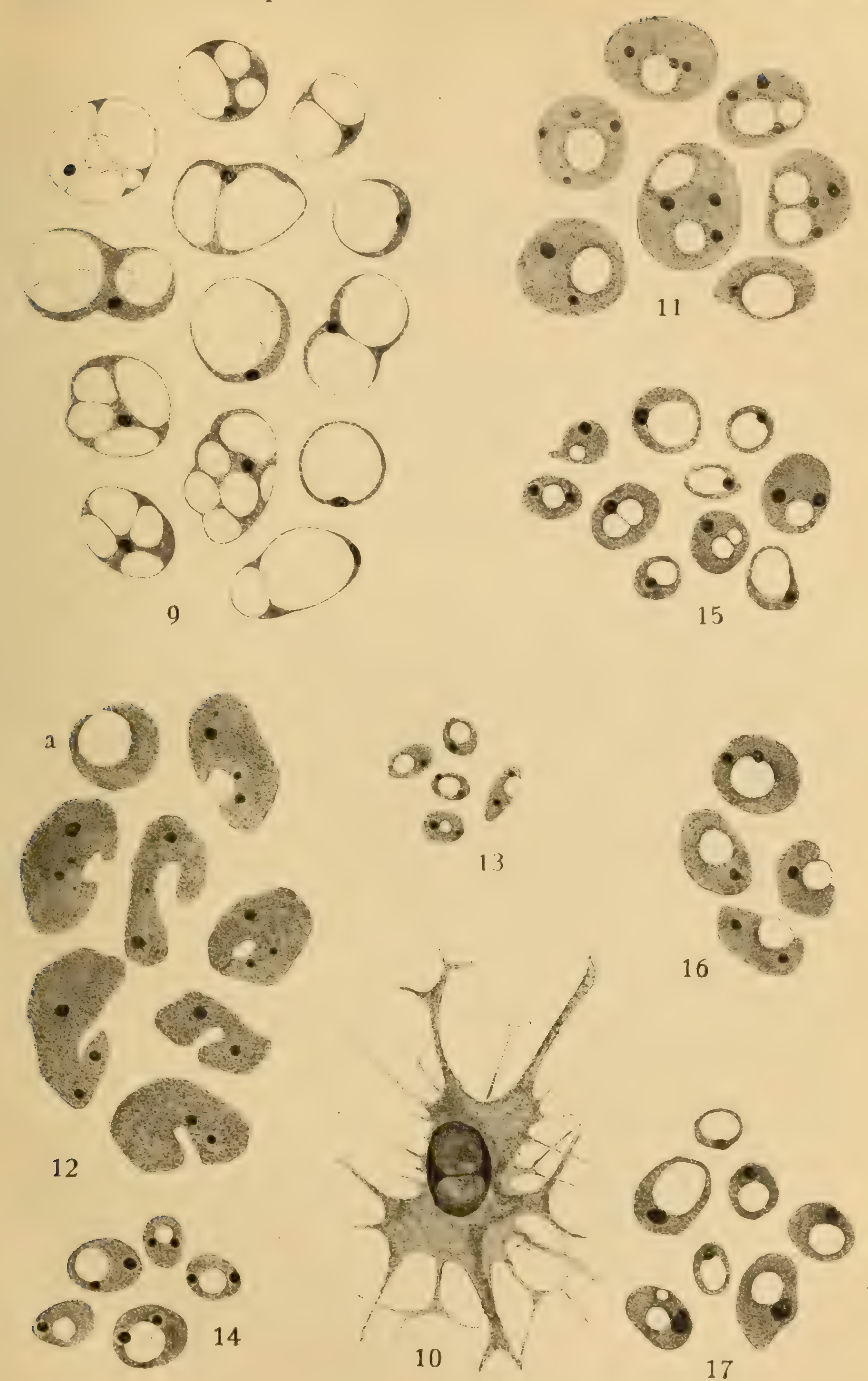
Fig. 15. Desgleichen aus den saftigen Zellen der fleischigen Wurzel von *Beta vulgaris*. Vergr. 540.

Fig. 16. Kerne mit Vakuolen aus den Parenchymzellen des Blattstiels von *Funkia sp.* Bei zwei Kernen hat sich die Kernsubstanz von der Vakuole an einer Seite zurückgezogen, so daß sie nur noch von einem sehr zarten Häutchen gegen das Protoplasma abgegrenzt ist. Vergr. 460.

Fig 17. Kerne aus den Zellen des Markes von *Solanum nigrum* mit Vakuolen. Vergr. 335.


a
1
b
5
4
a
b
c
d
2
6
3
a
7
8




9
11
15
a
13
16
12
14
10
17



Die vermutliche Bedeutung der Helminthenwanderungen

Von

Prof. Dr. Theodor Pintner

K. M. Akad. Wiss.

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1922)

Es ist etwa seit Beginn dieses Jahrhunderts in immer weiterem Umfange nachgewiesen worden, daß die postembryonale Entwicklung der parasitischen Fadenwürmer durchaus nicht so einfach verläuft, wie man sich anfangs vorgestellt hat. Nachdem schon vorher die passive Übertragung der Blutfilarien durch die Moskitos entdeckt worden war (17—19), die einerseits an sich theoretische und praktische Wichtigkeit hat, anderseits den ersten Anstoß zu den großartigen Aufklärungen der Malariainfektion gab, folgten um die Wende des Jahrhunderts jene epochemachenden Entdeckungen von Arthur Looß über die aktive Einwanderung der Ankylostomen durch die Haut des Menschen (16). Je weniger man sich die Möglichkeit eines solchen Vorganges früher hatte denken können, desto härter mußte sich der Kampf gestalten, den ein einziger Mann damals gegen die ganze wissenschaftliche Welt zu führen und siegreich zu beenden hatte. Welche volkswirtschaftliche Bedeutung diese neuen Errungenschaften außer ihrer biologischen besitzen, dafür zeugen z. B. eigene zur Ausrottung der Ankylostomiasis begründete Ämter und Zeitschriften in Amerika (11).

Bald kamen weitere Feststellungen über die gleiche Infektionsweise bei den Angiostomiden, speziell bei *Strongyloides intestinalis* (7) hinzu. Daß auch für die Strongyliden der Haustiere, die die Blut- oder Luftwege bewohnen, die perkutane Einwanderung Geltung haben dürfte, darauf verwies ich schon seit mehr als einem Dezennium meine Hörer an der Tierärztlichen Hochschule, hauptsächlich mit Rücksicht auf die notwendige Prophylaxe, regelmäßig. Die oft riesige Zahl der infizierten Individuen, die Stärke der Infektion des Einzeltieres, die Beobachtungen auf der Weide und im Stall deuten unverkennbar darauf hin. Lag hier immer noch ein

Bedenken bei jenen Formen vor, die im arteriellen Teile des Kreislaufsystems zeitweiligen Aufenthalt nehmen, so fällt auch dieses nunmehr fort, seit Fülleborn (8) nachwies, daß von den in die Lunge eingewanderten Fadenwürmern ein nicht unwesentlicher Teil den Weg ins linke Herz und den großen Kreislauf findet.

Endlich kamen während des Krieges die überraschenden Entdeckungen von Stewart, von Foster und Ransom (27) und besonders von Ransom (25, 26) über die Wanderungen der jungen *Ascaris lumbricoides*. Durch sie erscheint die Endentwicklung und Vollreife von Fadenwürmern im Dünndarm unmittelbar nach ihrer Einführung durch den Mund, also das, was man noch vor kurzem als die Regel ansah, auf einen kleinen Kreis von parasitischen Nematoden, auf *Oxyuris* und *Trichocephalus* eingeschränkt, falls nicht auch da noch Änderungen unserer jetzigen Auffassungen bevorstehen. Dagegen beansprucht nunmehr die Durchwanderung der Blutbahn mit oder ohne vorhergehendes Leben im Freien, mit oder ohne Metamorphose[1] und mit oder ohne perkutane Infektion fast allgemeine Gültigkeit.

Man mußte sich nun fragen: Was haben die umständlichen Wanderungen bei Parasiten für einen Sinn, die endlich doch in den Dünndarm kommen und dieses Ziel leicht auf jenem viel einfacheren Wege erreichen könnten, den man früher für den selbstverständlichen gehalten hatte? Die Frage scheint auch selbst nach den zuletzt erwähnten Entdeckungen der Amerikaner nicht aufgeworfen worden zu sein.

Ich bezeichnete alsbald nach dem Bekanntwerden der *Ankylostoma*-Einwanderung durch die Haut diese Eigentümlichkeit als einen Tropismus, und zwar als einen Thigmotropismus (21—23), was von Looß in seinem großen *Ankylostoma*-Werke unter voller Zustimmung aufgenommen wurde (16, Vol. 4, p. 425 ff., 453), aber in der Literatur sonst ganz unbeachtet blieb. Ich hatte ferner darauf hingewiesen, daß dieser Tropismus der *Ankylostoma*-Larven sich natürlich nie hätte ausbilden können, wenn er nicht für die Art von entscheidender biologischer Bedeutung wäre. Dieser Hinweis besaß auch besondere praktische Wichtigkeit. Looß hatte zuerst mit großer Vorsicht bloß für die Fellachen in Ägypten die wohlbegründete Vermutung aufgestellt, daß die Einwanderung durch die Haut die Regel sei. Ich zog die gleiche Folgerung auch für die europäischen Kohlengruben und stellte die Infektion per os, auf die von der Wissenschaft, wie von der hygienischen Gesetzgebung noch lange nachher fast ausschließlich geachtet wurde, als eine daneben bestehende offene Möglichkeit hin. Innerlich widerstrebte mir schon damals das unbedingte Festhalten an ihr um so mehr,

---

[1] Es sei hier beiläufig darauf hingewiesen, daß es besser ist, zu sagen: »die jungen *Ascaris*«, als »die *Ascaris*-Larven«; denn es ist bis jetzt nicht bekannt geworden, daß die Jugendzustände der Ascariden irgendwelche Larvencharaktere aufweisen.

als ich irgendwo gelesen zu haben glaubte, daß per os aufgenommene *Ankylostomum*-Larven nach der Einführung eine Zeitlang völlig verschwinden, ehe sie im Darm wieder auftauchen. Ich war eben unter dem Eindrucke dieser (mir nicht auffindbaren) Angabe durchaus geneigt anzunehmen, daß per os eingeführte Larven die Wand des Verdauungstraktes durchbohren und hierauf dieselbe Wanderung ausführen, wie perkutan eingedrungene. Auch diese Anschauung vertrat ich stets in meinen Vorlesungen.

Es sei gleich hier hinzugefügt, daß sich diese Vermutung seither vollkommen bestätigt hat.

So haben vor allem die holländischen Forscher De Blieck und Baudet (2) für *Strongyloides Westeri* nachgewiesen, daß nicht nur auch bei diesen Parasiten des Pferdes die Infektion auf perkutanem Weg zu stande kommt, sondern besonders, daß selbst bei allfälliger Einführung per os ein Einbohren in die Wand des Darmkanals und dann die gleiche normale Wanderung durch die Blutbahn, Lunge, Trachea und Ösophagus stattfindet, wie bei der Einwanderung durch die Haut. Ferner hat Fülleborn (9) für *Angiostomum nigrovenosum* des Frosches die perkutane Einwanderung festgestellt, die den gleichen Weg nötig macht, und auch die viel älteren Beobachtungen von Grassi und Noé (10), daß *Filaria immitis* des Hundes ausschließlich durch den Stich der Moskitos die Weiterentwicklung findet, nicht aber, wenn noch so stark infizierte Mücken von Hunde gefressen werden, gehören hierher. Dies um so mehr, als seit D. H. Bahr (1) bekannt ist, daß die Larven der *Filaria Bancrofti* von der Mücke nicht etwa in die Haut versenkt, sondern nur auf die Haut oberflächlich abgelegt werden und sich in sie aktiv einbohren, was sie auch tun, wenn man sie vorher aus der Mücke herauspräpariert und sie dann auf die Haut bringt.

Nach der Entdeckung der *Ascaris*-Wanderung mußte nunmehr ein biologischer Parallelismus zwischen ihr auf der einen Seite und der Entwicklung von *Ankylostomum* und *Strongyloides* auf der anderen höchst auffällig erscheinen. Es liegt eine doppelte Ähnlichkeit vor: Erstens können bei allen die Jugendformen vor Erreichung eines gewissen Entwicklungszustandes nicht im Darme leben, sondern sie müssen vorher eine Wanderung durch die Blutbahn antreten; die *Ancylostomum*-Larve häutet sich im Freien zweimal und wächst schon da, ehe sie perkutan einwandert, die jungen *Ascaris* häuten sich und wachsen während der Wanderung. Das alles hängt zweitens aufs engste mit dem erwähnten Thigmotropismus zusammen. Überall wird Wanderung und weiteres Wachstum durch das aktive Einbohren in die Organe des Wirttieres eingeleitet. Diesen Parallelismus suchte ich nun zunächst auf die Möglichkeit phylogenetisch gleicher Abstammung von Formen zurückzuführen, die durch perkutane Einwanderung allmählig zum Parasitismus gelangt wären (24). Kennen wir doch schon seit Leuckart (13*a*) Formen von Nematoden, die unter den Flügeldecken

von Käfern ihre Jugendzustände verleben, also an geschützten und wohl von organischen und als Nahrung ausnutzbaren Flüssigkeiten befeuchteten Orten, von denen aus eine erst gelegentliche, später regelmäßige Einwanderung durch die Haut nicht unvorstellbar ist. Wie es mir nämlich durchaus nicht unmöglich vorkommt, daß die unter den Flügeldecken von *Hylobius pini* lebenden Generationen von *Allantonema mirabile* vielleicht die einwandernden, nicht die ausgewanderten Tiere sein könnten, so scheint es mir fast gewiß, daß die Einwanderung bei *Sphaerularia bombi* nicht durch den Mund der Hummeln, sondern durch die Körperdecke vor sich geht; schon der Haarpelz des Wirttieres fordert den Thigmotropismus der jungen Fadenwürmer geradezu heraus. Auch bei *Atractonema* wird die Einwanderung in die Larven der *Cecidomyia pini* in ganz gleicher Weise vor sich gehen. Es gelang ja Leuckart nie, Junge von diesem Fadenwurm im Darm des Wirtes aufzufinden.

Wenn also eine phylogenetische Entstehung des Entoparasitismus der Nematoden von ursprünglichen Schlammbewohnern her angenommen wird, so steht für sie auch noch ein zweiter Weg offen. Für den ersten muß aber, nachdem Fülleborn nunmehr, wie erwähnt, auch für *Angiostomum nigrovenosum* des Frosches die perkutane Einwanderung nachgewiesen hat, übrigens auf eine mögliche Identität mit dem zweiten hingewiesen werden. Daraus würde sich vielleicht die Folgerung ziehen lassen, daß der Parasitismus der Nematoden aus einem Raum- und Ectoparasitismus entstanden, primär zunächst zu einem Parasitismus in den Geweben und Lymphräumen, dann in den Blutbahnen geführt hat, wie ein solcher auch noch heute für die ganze große Familie der Filariden und für viele Strongyliden zeitlebens, für *Trichinella* vorübergehend gültig ist. Der Darmparasitismus wäre dann das erst später Entstandene, die reinen Darmparasiten, wie *Oxyuris*, die phylogenetisch jüngsten Formen.

Auf eine phylogenetische Erklärung der Ascaridenwanderung hat nunmehr auch Fülleborn (9) hingewiesen.

Sei dem aber wie immer, es ist nicht zu verkennen, daß ein solcher Versuch, die Zusammenhänge herzustellen, eine biologische Erklärung der sonderbaren Wanderung der Ancylostomen, Ascariden u. s. f. durch Blut- und Atemwege nur zurückschiebt, aber letzten Endes nicht geben kann. Wir haben jedoch für eine solche eine andere Möglichkeit, die, z. T. schon angedeutet, noch nicht ganz durchdacht zu sein scheint.

Das Ergebnis vorweggenommen, kann man sagen: Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Nematoden die Wanderung durch Blut und Lunge deshalb antreten, weil ihre Jugendzustände vor dieser Wanderung die zu ihrer Existenz im sauerstoffreien Darm unbedingt nötige Glykogenmenge in ihrem Körper noch nicht besitzen; die Speicherung des Glykogens wird ihnen eben erst durch diese Wanderung, während der sie wachsen, ermöglicht.

Es war bekanntlich G. **Bunge** (5, 6), der zuerst genaue Untersuchungen darüber anstellte, ob denn die Darmparasiten ohne Sauerstoffaufnahme von außen zu leben vermögen und woher die für ihre oft so lebhaften Bewegungen nötige Energie stamme? In zwei Arbeiten, 1883 und 1889, stellte er durch Versuche, und zwar hauptsächlich gerade an der Gattung *Ascaris*, fest, daß die Tiere 6 bis 7 mal 24 Stunden in vollkommen sauerstoffreier Atmosphäre zu leben vermögen. Schon er meinte, die Fadenwürmer hätten wohl »als Schlammbewohner eine Vorschule« der Anaërobiose durchgemacht und eine Erklärung ihrer jetzigen Lebensmöglichkeit gebe wohl die Deszendenzlehre.

Eine eingehendere Beantwortung der Frage gelang aber erst Weinland (28 bis 30) 1902. Er wies nach, daß es das Glykogen des Nematodenkörpers sei, das unter der Form einer echten Gärung zerlegt wird, und zwar in Valeriansäure und Co_2. Bei dieser Zersetzung werden Kalorien frei, die dem Tiere bei völligem Mangel einer Sauerstoffzufuhr von außen das Leben ohne Oxydationsprozesse ermöglichen. Es vermag in einer Co_2-Atmosphäre zu leben, sogar länger als bei Zutritt von Luft. Die Größe der bei diesem Prozeß gewonnenen Kalorien ist allerdings kleiner, als ein Viertel derjenigen, die durch Oxydationsvorgänge gewonnen werden könnten, so daß er sich als eine äußerst ungünstige Nahrungsausnützung darstellt. Aber Nahrung steht dem Parasiten unbegrenzt zur Verfügung und Muskel-, Nerven- und Sinnesenergie, sie zu erlangen, braucht er nur in geringem Maße im Vergleich zum freilebenden Tier, ebensowenig Wärme, die ihm sogar zugeführt wird, wobei er zudem bestens geschützt ist.

Das Leben der Ascariden ist somit an ihren Glykogengehalt gebunden. Wenn also, so müssen wir folgern, die jungen aus dem Ei geschlüpften Tiere diesen Glykogengehalt noch nicht in genügendem Maße besitzen, so können sie eine parasitische Lebensweise im sauerstoffreien Darm nicht aushalten; sie brauchen von außen zugeführten Sauerstoff, im Darm würden sie ersticken, absterben, verdaut werden. Sie müssen also den nötigen Glykogengehalt durch einen früheren Aufenthalt in O- und zugleich zuckerhältigen Medien erst erwerben. Diese Möglichkeit gibt den *Ancylostomum*-Larven das Leben und Wachsen im Freien bis zur zweiten Häutung, eine Entwicklungsstufe, während welcher sie bekanntlich sehr O-bedürftig sind (Leichtenstern, Looß), und die nachfolgende Wanderung, den jungen *Ascaris* aber die Wanderung allein, während der sie bedeutend heranwachsen (Foster und Ransom).

Erst wenn die Tiere die genügende Menge Glykogen in ihrem Körper gespeichert haben, brauchen sie im Darm nicht mehr zu ersticken, vorher müssen sie ihn, auch per os eingeführt, so schleunig wie möglich verlassen. Daß z. B. die *Strongyloides*-Larven im Darm ersticken, wenn sie, künstlich per os eingeführt, nicht rasch genug in die Darmwand kommen, haben auch die früher

erwähnten holländischen Forscher für *Str. Westeri* des Pferdes angegeben, nur auf den Zusammenhang mit der vorher nötigen Glykogenspeicherung sind sie, wie es scheint, noch nicht verfallen.

In ausgezeichneten Untersuchungen hat v. Kemnitz (12) u. a. nachgewiesen, daß die befruchteten Eier von *Ascaris* mit Glykogen geradezu vollgestopft sind, daß aber das Glykogen bei fortschreitender Entwicklung der Parasitenembryonen wohl abnimmt (v. Kemnitz, S. 486), was ja in jeder Richtung den Erwartungen entspricht. Es ist also keine gewagte Annahme, daß die *Ascaris*-Embryonen nach ihrer Inkubationszeit und die jungen *Ascaris* nach ihrer ersten Wanderung in den Darm, die *Ancylostomum* während ihrer Embryonalentwicklung und der im Freien verlaufenden Metamorphose den noch allenfalls vorhandenen Glykogengehalt werden mehr oder weniger aufgebraucht haben.

Wenn wir über das Gebiet der Nematoden hinaus einen Blick auf andere Parasiten werfen, so wissen wir zunächst vom jungen Leberegel, daß er, in den Endwirt eingeführt, schleunigst das Darmlumen verläßt, die Darmwand durchbohrt und in das Pfortaderblut eindringt (Lutz, Railliet, Mousson e Henry, siehe bei Braun, 4, p. 169). Er folgt nicht einem Rheotropismus gegen den Strom der Gallenflüssigkeit in den *Ductus choledochus*, wie man früher annahm, sondern es liegt hier die ganz gleiche Erscheinung vor wie bei den Nematoden, nur in kleinerem Umfange.

Alle entoparasitischen Trematoden haben ja freilebende Jugendzustände, gehen dann im Zwischenwirt, in den sie aktiv eindringen zu Leibeshöhlen- oder Organparasitismus und erst zuletzt im Endwirt zum Darmbewohnen über. Die enzystierten Zustände werden in allen Fällen für die Glykogenspeicherung die günstigsten Bedingungen vorfinden. Die Ausgangspunkte dieser Entwicklungsreihe zeigen uns die Monogenea, besonders schön *Polystomum integerrimum* mit seinem anfänglichen, in Ausnahmsfällen aber allenfalls zeitlebens andauerndem Kiemenhöhlenparasitismus und *P. ocellatum*, das nur in den vordersten Teil des Verdauungsrohres vorzudringen vermag.

Aber auch von den Cestodenlarven wissen wir, daß sie im Zwischenwirt die gleiche Wanderung, vom Darmkanal schleunigst in das Blutgefäßsystem, antreten. Für *Cysticercus pisiformis* und *tenuicollis* z. B. liegen genaue Angaben von Leuckart (13) über die Wanderungen der jungen Tiere vor und alle weisen auf die Pfortader und die Leber als ersten, und zwar sehr rasch erreichten Aufenthalt. Auch was wir über die Jugendzustände der Bothriocephaliden und Pseudophylliden aus den Arbeiten von C. v. Janicki (11 *a*) und Felix Rosen (27 *a*) Neues erfahren haben, gehört hierher. Auf die freischwimmenden Stadien folgt der Leibeshöhlenparasitismus in Evertebraten, in Anneliden, den *Archigetes* zeitlebens beibehält, oder Copepoden, bei *Amphilina* in Vertebraten, oft nur bis nahe an das Reifestadium, wie bei den Liguliden, dann die immer weitergehende

biologische Anpassung an den Parasitismus zuerst im Darm der Friedfische, dann der Raubfische, ganz zuletzt dem Warmblüter (wobei die Frage, welche unter diesen Formen morphologisch als primitiv anzusehen sind, hier nicht erörtert werden soll).

Es mag an dieser Stelle erlaubt sein, kurz darauf hinzuweisen, daß alle Abbildungen, die wir von Geweben der Cestoden

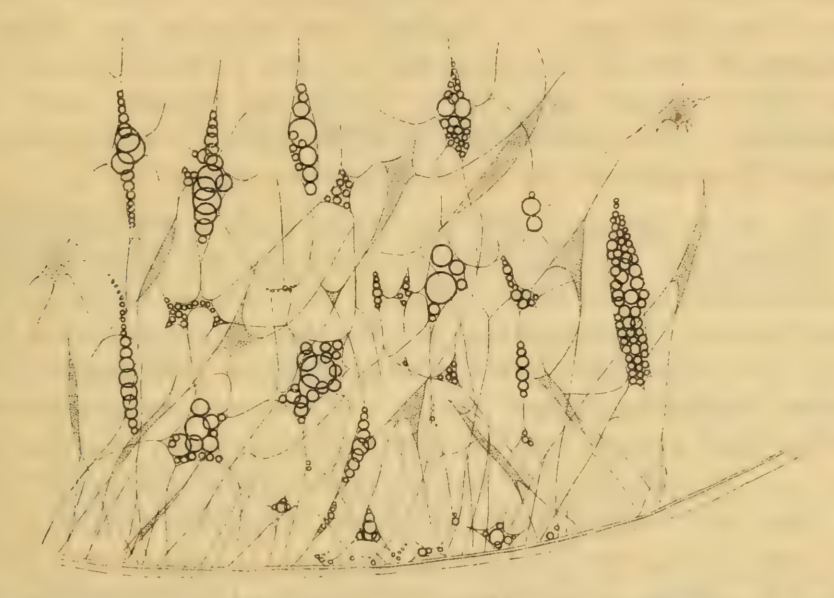


Fig. 1. Fettgewebe aus der Wand des Genitalatriums von *Anthobothrium musteli* Ben. Hier, wie in den beiden anderen Figuren liegen alle die glänzenden Kugeln und Tropfen intrazellulär. Vergrößerung Zeiß E, Okular 4.



Fig. 2. Stück aus dem Halsteil derselben Form. In den Muskelfasern keine Tropfen.

Fig. 3. Stück des *Vas deferens;* die Tropfen liegen ihm außen an.

besitzen, nicht den natürlichen Verhältnissen am lebenden Tier entsprechen. Dieses ist, wie bekannt, meist mehr oder minder undurchsichtig, nur wenige Arten, dazu solche, die selten untersucht werden, haben klare Gewebe, die dann freilich die schönsten Aufschlüsse ergeben. Die Undurchsichtigkeit rührt nun von zahlreichen, dicht gedrängten, fettähnlichen, stark lichtbrechenden Tröpfchen und Kugeln her, die von den allerkleinsten Körnchen bis zu ganz ansehnlicher Größe fast in allen Organen vorhanden sind (siehe Fig. 1 bis 3).

Glyzerin löst diese Tröpfchen wenig oder gar nicht, wohl aber die ätherischen Öle, Xylol u. dgl. Darum sind auch Glyzerinpräparate von Cestoden viel weniger durchsichtig, als Balsampräparate, und genauere histologische Zeichnungen nur nach solchen angefertigt. An diesen hat die vorherige Behandlung mit den Intermedien das Fett gelöst, die Fixierung, die in wasserhältigen Reagentien vorgenommen wurde und das Wasseraufkleben der Schnitte, wenigstens teilweise das Glykogen. So mußten erst Arbeiten aus jüngerer Zeit morphologisch den Glykogengehalt in den Cestodengeweben nachweisen (20 *a*). Aber eine klare Scheidung dessen, was von den am lebenden Tier sichtbaren Tropfen und Körnchenmassen Fett und was Glykogen ist, ist noch nirgends erfolgt.

Das eben Gesagte soll natürlich nicht etwa eine Ablehnung aller Ergebnisse der modernen Technik auf dem Gebiete der Cestodenhistologie bedeuten, sondern nur daran erinnern, daß bei der allgemeinen Beschreibung der Bandwurmgewebe auf diese ihre wesentlichen, aber der Untersuchung lästigen und deshalb künstlich entfernten Bestandteile fast immer vollkommen vergessen wird.

Und nun kehren wir zu den Fadenwürmern zurück, zu einer jüngst von Fülleborn (9) bekanntgemachten Tatsache, die nach allem, was wir wissen, jetzt nur ganz natürlich erscheint: er verfütterte mit *Strongyloides*-Larven infizierte Lungen an Hunde und konnte mit ihnen nun eine unmittelbare Darminfektion erzielen; dasselbe gelang Miagawa (20) mit *Ancylostomum*-Larven. Oder, was das Wesentliche an diesen Versuchen ist: haben die jungen Nematoden die Blut- und Lungenwanderung in was immer für einem, etwa auch in einem zur Endansiedelung nicht geeigneten Tiere durchgemacht, so kann mit den infizierten Lungen dieser Tiere die Übertragung in den Darm des typischen Trägers ausgeführt werden, ohne daß die Würmer in ihm sich noch weiter auf die bekannte Wanderung begeben würden. Sie bleiben jetzt sofort im Darm.

Das aber setzt ja blitzartig das Entstehen der ganzen Erscheinung der Zwischenwirte ins hellste Licht.

Die parasitischen Würmer waren erst Außen-, dann schrittweise Mesenchym-, Lymph-, Blutgefäß-, Luftwegeparasiten. Waren sie das in Futtertieren von Fleischfressern, so erhielten sie sich im Darmkanal der Raubtiere erst hie und da, wenn sie in sehr reifem Zustande mit der Nahrung in sie hineinkamen und ihr Glykogengehalt ihnen ermöglichte, eine Zeitlang dem Erstickungstode und Verdautwerden zu entgehen, geradeso, wie das Pseudoparasiten, *Gordius* oder Fliegenlarven, gelingt, dann, sich allmählig an die neue Lebensweise anpassend, immer häufiger. Später, als die Adaptation vollständiger geworden war, wurde bei vielen Formen dieser Weg mehr oder weniger abgekürzt; bei manchen wurde der Wirtswechsel beibehalten, weil er für die Jugendformen notwendig ist, bei anderen wurde er ausgeschaltet, aber die Wanderung, die

sie früher im Zwischenwirt durchmachten, blieb, jedoch wurde sie in demselben Wirt ausgeführt, bis die Jugendform den nötigen Glykogengehalt erworben hatte. Nur bei höchst angepaßten Formen vermag das aus dem Ei schlüpfende Junge sofort im Darmkanal zu existieren, von solchen Formen aber gibt es, wie wir nunmehr wissen, weitaus weniger, als man bisher geglaubt hat.

Literaturverzeichnis.

1. Bahr, D. H. Filariosis and elephantiasis in Fiji. London 1912. Journ. Trop. Medicine Hyg., 15, p. 77.
2. de Blieck, L. und E. A. R. F. Baudet. Perkutane Infektion bei dem Fohlen durch *Strongyloides Westeri*. D. Tierärztl. Wochenschr., Hannover, 28. Jahrg., Nr. 18, 1. Mai 1920.
3. — Weitere Untersuchungen über die Biologie und den Infektionsweg der Larven von *Strongyloides Westeri*. 29. Jahrg., Nr. 1, 1. Januar 1921.
4. Braun, Max. Die tierischen Parasiten des Menschen. 1. Teil, Würzburg 1915.
5. Bunge, G. Über das Sauerstoffbedürfnis der Darmparasiten. Zeitschr. Physiolog. Chemie, 8. Bd., Straßburg 1883—84, p. 48 bis 59.
6. Weitere Untersuchungen über die Atmung der Würmer. 14. Bd., 1890, p. 318 bis 321.
7. van Durme, P. Quelques notes sur les embryons de *Strongyloides intestinalis* et leur pénétration par la peau. Thompson Yates Laboratory, Liverpool 1902, IV, 2, p. 471.
8. Fülleborn, F. Über den Infektionsweg bei *Ascaris*. Klinische Wochenschr., Berlin, 1. Jahrg., Nr. 6, 4. Februar 1922, p. 270 bis 271.
9. — Über den Infektionsweg bei *Ascaris*. Nr. 20, 13. Mai 1922, p. 984 bis 988, 6 Abb.
10. Grassi, B. und G. Noé. Übertragung der Blutfilarien ganz ausschließlich durch den Stich von Mücken. Centralbl. Bakt. Parasitk., 1. Abt., 28. Bd., 1900, p. 652.
11. Investigations on the Control of Hookworm Disease. The American Journal of Hygiene; fortlaufende Veröffentlichungen von James E. Ackert, Donald L. Augustine, William Cort, Florence King u. George C. Payne u. a.; ferner die der The Rockefeller Sanitary Commission for the Eradication of Hookworm Disease, Washington D. C.; sowie kleine belehrende gemeinverständliche Flugschriften u. a. m.

11*a*. Janicki, Constantin et Felix Rosen. Le Cycle évolutif du Bothriocephalus latus L. Bull. Soc. neuchâteloise sc. nat. Neuchâtel t. XLII, p. 19 bis 53, 2 Taf., 1917.

12. Kemnitz, G. v. Die Morphologie des Stoffwechsels bei *Ascaris lumbricoides*. Ein Beitrag zur physiologisch-chemischen Morphologie der Zelle. Archiv Zellforschung, Leipzig. 7. Bd., 1912, p. 463 bis 603, 5 Taf., 9 Abb.
13. Leuckart, Rudolf. Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. 2. Aufl., Leipzig u. Heidelberg 1879 bis 1886, 1. Bd., 1. Abt., p. 430.

13*a*. — Neue Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden. Abh. Math.-Physik. Cl., Sächsischen Ges. Wiss., XIII. Bd., p. 565 bis 704, 3 Taf., Leipzig 1887.

14. Linden, Gräfin v. Die Entwicklung der freilebenden Generation des Lungenwurmes. D. Tierärztliche Wochenschr., Hannover, 21. Jahrg., Nr. 35, 30. August 1913, p. 557 bis 560, 8. Abb.

15. — Parasitismus im Tierreich. Braunschweig 1915, p. 179 ff.

16. Looß, Arthur. The Anatomy and life history of *Agchylostoma duodenale* Dub. A Monograph. Records of the School of Medicine, Vol. III, Cairo 1905 und Vol. IV, Cairo 1911.

17. Manson, Patrick. The *Filaria sanguinis hominis*. London 1883.

18. — The metamorphose of *Filaria sanguinis hominis* in the Mosquito. Trans. Linn. Soc., London (2) II 1884, p. 10.

19. — The *Filariae sanguinis* and Filariasis. Tropical diseases. New Edit., London 1903, p. 545.

20. Miagawa, Mitt. Mediz. Fakultät Tokio, 15. Bd., 3. Heft, 1916 (Citiert nach Fülleborn).

20*a*. Ortner-Schönbach, Pauline. Zur Morphologie des Glykogens bei Trematoden und Cestoden. Archiv Zellforschung, Leipzig 1913, 11. Bd., p. 413 bis 449, 2 Taf.

21. Pintner, Theodor. Die Lösung der Grubenwurmfrage. Verh. Z.-Bot. Ges. Wien, 55. Bd., 1905, p. 4 bis 5.

22. — Die Grubenwurmkrankheit und ihr Erreger (*Ancylostoma*). Schriften Verein zur Verbreitung naturw. Kenntn., Wien, 45. Jahrg., 1905, p. 32, 5 Abb.

23. — Neue Erfahrungen über die Wurmkrankheit. Zeitschr. Österr. Ingenieur- u. Architekten-Ver., 1905, Nr. 18, p. 1.

24. — Wichtige Neuentdeckungen in der Parasitenkunde. Wiener Tierärztl. Monatsschr. 8. Jahrg., Heft 4, 1. März 1921.

25. Ransom, B. H. A newly recognized cause of Pulmonary Disease — *Ascaris lumbricoides*. The Journ. American Medic. Assoc. Vol. 73, p. 1210 bis 1212, Oct. 18. 1919.

26. — and E. B. Cram. The course of migration of *Ascaris*-Larvae. The American Journ. Tropical Medic. Vol. 1, Nr. 3, May 1921, p. 129 bis 156, 1 Taf.

27. — and W. D. Foster. Observation on the life history of *Ascaris lumbricoides*. U. St. Department of Agriculture Bulletin, Nr. 817, May 12, 1920, Washington.

27*a*. Rosen, Felix. Recherches sur le développement des Cestodes. 1. Le cycle évolutif des Bothriocéphales. Bull. Soc. neuchâteloise sc. nat. Neuchâtel, t. XLIII, p. 64, 3 Taf., 1918. — 2. Le cycle évolutif de la Ligule. Ibid: t. XLV, p. 24, 1 Taf., 1919.

28. Weinland, Ernst. Über den Glykogengehalt einiger parasitischer Würmer. Zeitschr. Biol. (2), 23. Bd., 1901, p. 69 bis 74.

29. — Über Kohlehydratzersetzung ohne Sauerstoffaufnahme bei *Ascaris*, einen thierischen Gährungsproceß. 24. Bd., 1901, p. 55 bis 90.

30. — Über Energiegewinnung durch Zersetzung von Kohlehydrat ohne Sauerstoffzufuhr bei *Ascaris lumbricoides*. Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München, 17. Bd., 1902, p. 1.

Über ausziehbare Gefäß- und Bastbündel und Schraubenbänder

Von

Richard Baecker

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien
Nr. 181 der zweiten Folge

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Mai 1922)

I. Ausziehbare Gefäß- und Bastbündel.

Die durch Abreißen oder Abbrechen saftiger, nicht verholzter Pflanzenteile (Blattstiele und Sprosse) entstehenden Bruchflächen zeigen in der Regel eine mehr minder glatte Beschaffenheit. Bei einer Reihe von Pflanzen jedoch, so bei *Plantago-* und *Stellaria-*Arten, bei *Arabis albida* u. a. (siehe Zusammenstellung I) lassen sich die einzelnen Gefäßbündel oder der Zentralzylinder, das ist der von der Gesamtheit aller Gefäßbündel gebildete Zylinder, auf längere Strecken frei herausziehen, so daß sie oft faserförmig aus der Bruchfläche herausragen. Bei der Ergründung dieser zweifellos auf mechanische Ursachen zurückzuführenden Verschiedenheit des Verhaltens ist nun zunächst zu berücksichtigen, daß im allgemeinen nur ein homogener Stab (beispielsweise aus Eisen oder anderen Metallen, aus Porzellan u. dgl.) mit einer glatten Bruchfläche abreißt, während es bei Körpern, die wie Pflanzensprosse aus mechanisch verschiedenwertigen Geweben zusammengesetzt sind, von vornherein keineswegs wahrscheinlich ist, daß sie bei einem in ihrer Längsrichtung wirkenden Zug oder bei ihrer Biegung mit glatter Bruchfläche abreißen, beziehungsweise abbrechen; es wäre vielmehr eher anzunehmen, daß jeder der den Pflanzenteil aufbauenden Gewebekomplexe (Fibrovasalbündel, Baststränge der primären Rinde, Parenchym) jeweils an der Stelle geringster Festigkeit zum Bruche kommt, wobei diese Stellen aber nicht in einer Querschnittsebene, sondern in verschiedener Höhe liegen werden.

Zusammenstellung I.

Pflanzen mit ausziehbaren Gefäßbündeln, Zentralzylinder und Bastfasern.

	Organ	Ausziehbarer Gewebeteil
Fam. *Chenopodiaceae*		
Spinacia oleracea	Blattstiel	Gefäßbündel
Fam. *Caryophyllaceae*		
Stellaria media	Sproß	Zentralzylinder
Stellaria aquatica	»	»
Fam. *Cruciferae*		
Arabis albida	Sproß	Zentralzylinder
Brassica capitata	Blattnerv	Gefäßbündel
Brassica botrytis	»	»
Fam. *Myoporaceae*		
Plantago major	Blattstiel	Gefäßbündel
Plantago lanceolata	»	»
Fam. *Compositae*		
Leontodon spec.	Blattstiel	Gefäßbündel
Arctium spec.	»	»
Cirsium palustre	»	»
Fam. *Commelinaceae*		
Campelia Zanonia	Blatt	Bastfasern

Demgegenüber lehrt nun, wie eingangs ausgeführt, die Erfahrung, daß die überwiegende Mehrzahl der pflanzlichen Organe mit mehr minder glatten Bruchflächen abreißt und die der theoretischen Erwägungen Rechnung tragenden Pflanzenteile in der Minderzahl sind. Es muß daher angenommen werden, daß in den in Betracht kommenden Organen der meisten Pflanzen vor allem die Fibrovasalbündel gegen das umgebende Parenchym verhältnismäßig kräftig versteift sind, so daß ungeachtet der verschiedenen Höhenlage der schwächsten Stellen der einzelnen Gewebekomplexe der ganze Pflanzenteil an einer Stelle zum Bruch kommt. Ist diese Auffassung richtig, dann muß bei den faserig abreißenden Pflanzenteilen die Verbindung zwischen Parenchym und Bündel eine vergleichsweise sehr lose sein. Tatsächlich ergibt sich nun bei der Untersuchung dünner Querschnitte durch Sprosse und Blattstiele

der in der Zusammenstellung I angeführten Pflanzen (mit Ausnahme von *Campelia*) in Übereinstimmung mit den vorstehenden Ausführungen folgendes:

1. Dem Mestom der Bündel liegen mächtige Bastbelege an, die an den Flanken des Bündels zusammenstoßen und daher einen geschlossenen mechanischen Belag bilden; bei Pflanzen mit ausziehbarem Zentralzylinder (*Stellaria*, *Arabis*) liegen dem Phloem außen flache Sklerenchymbogen an, die sich mit ihren Enden fast berühren und daher gleichfalls einen geschlossenen Ring unter der primären Rinde bilden;

2. die Zellen des Stereoms besitzen sehr stark verdickte Membranen und ein enges Lumen, der Gefäßteil des Bündels, beziehungsweise der Bündelring ist daher von einem kompakten, starren Hohlzylinder umschlossen;

3. die Kontur des Querschnittes des Fibrovasalbündels, beziehungsweise des Zentralzylinders ist nahezu kreisförmig, einspringende Winkel fehlen vollständig;

4. die Zellen der dem Stereom unmittelbar anliegenden physiologischen Scheide, beziehungsweise des Rindenparenchyms sind ausgesprochen weitlumig, ihre radial stehenden Membranen sind sehr dünn. In vielen Fällen zeigt die Membran der Grenzzellen in der Hälfte oder im inneren Drittel der radial gestellten Membran deutlich eine Verschwächung, bei *Plantago lanceolata* und stellenweise auch bei *Plantago major* lassen sich an dieser Stelle mit Ölimmersion auch zarte Tüpfel erkennen.

Daraus ergibt sich also, daß bei den Pflanzen mit ausziehbaren Vibrovasalbündeln und Zentralzylinder diese Teile nahezu kreisförmigen Querschnitt haben, daß die Größe der Berührungsfläche mit dem umgebenden Gewebe daher ein Minimum darstellt (jede andere Querschnittsform, insbesondere eine solche mit einspringenden Winkeln, wie bei dem Blattstiel von *Aesculus hippocastanum*, ergibt größere Berührungsflächen zwischen Bündel und Parenchym); weiters, daß Bündel und Zentralzylinder an der Peripherie aus einem starren, dickwandigen Gewebe bestehen, an das ohne Übergang ein sehr dünnwandiges, weitlumiges Gewebe anschließt, dessen innere radiale Membranen deutlich verschwächt sind. Nun erfolgt aber nach den Erfahrungen der Festigkeitslehre ein Bruch immer am leichtesten an Stellen schroffer Querschnittsänderung. Dazu kommt, daß die Membranen der Grenzzellen durch die unter (4) erwähnte Verschwächung und Tüpfelbildung zu einem Bruch schon präformiert erscheinen. Das abweichende Verhalten einzelner Pflanzen in bezug auf die Ausziehbarkeit der Fibrovasalbündel und Zentralzylinder ist demnach tatsächlich, wie eingangs angenommen wurde, darauf zurückzuführen, daß diese Gewebekomplexe wegen ihrer Querschnittsform, wegen des schroffen Wechsels der Festigkeitsverhältnisse und wegen der Verschwächung der radial stehenden Membranen der Grenzzellen mit dem um-

gebenden Grundgewebe in einem verhältnismäßig losen Zusammenhange stehen; das hat zur Folge, daß beim Zerreißen des Organes die geringe Versteifung in der Längsrichtung leicht überwunden werden kann und die einzelnen Bestandteile des Organes daher an ihrer spezifisch schwächsten Stelle abreißen können, während bei Pflanzen, die diese Besonderheit der Lagerung der Bündel und Zentralzylinder nicht aufweisen, der Widerstand, den die einzelnen Gewebeteile des Organes einer Verschiebung in der Längsrichtung entgegensetzen, erheblich größer ist und so zu einer mehr minder glatten, einheitlichen Bruchfläche führt. Der Vorgang beim Abreißen wird sich aller Wahrscheinlichkeit nach in der Weise vollziehen, daß beim Dehnen des Pflanzenteiles zunächst nur die wenig dehnbaren starren Bündel abreißen, ohne daß dieser Umstand aber vorerst in Erscheinung tritt, weil das übrige parenchymatische und turgeszente Gewebe eine mit Querkontraktion verbundene Dehnung erfährt. Bei Steigerung der Zugbeanspruchung kommt dann auch das Grundgewebe zum Bruch, wobei auch die Bündel an den nach den vorstehenden Ausführungen präformierten Stellen aus dem Verbande gerissen werden.

Ein ähnliches Verhalten wie die bisher besprochenen Pflanzen zeigen auch die Blätter von *Campelia Zanonia*,[1] aus denen sich beim Zerreißen lange Fasern herausziehen lassen. In diesem Falle handelt es sich aber nicht um ganze Gefäßbündel, sondern nur um die Bastbelege derselben. Wie Querschnitte durch das Blatt zeigen, umgeben die Bastzellen, die eine Länge von mehr als einen Zentimeter aufweisen, in einfacher Lage U-förmig das Leptom des Bündels und sind nur im basalen Teile des Blattes ziemlich dickwandig. Die für die Pflanzen mit ausziehbaren Bündeln und Zentralzylinder charakteristischen Merkmale fehlen daher hier bis auf die Dünnwandigkeit der an die Bastzellen angrenzenden Zellen des Leptoms und Parenchyms, so daß die früher angegebene Erklärung für die leichte Ausziehbarkeit hier nur zum Teile Geltung hat. Auch Unterschiede in chemischer Hinsicht sind nicht nachweisbar; durch Behandlung von Blattquerschnitten mit Phloroglucin-Salzsäure und Jod-Schwefelsäure sowie Färbung mit Rutheniumrot auf Vorhandensein von Pektinstoffen wurde vielmehr festgestellt, daß die Membranen sowohl der Leptom- als auch der Parenchymzellen aus reiner Zellulose bestehen.

Die Ausziehbarkeit der Bastzellen bei *Campelia* dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach darauf zurückzuführen sein, daß bei einer bis zum Bruch führenden Dehnung des Blattes zuerst das Grundgewebe reißt, während die Bastfasern wegen ihrer hohen Zugfestigkeit und vor allem wegen ihrer großen Elastizität einem Zerreißen vorerst widerstehen und erst später an einer anderen Stelle abreißen, wobei sie infolge der Dünnwandigkeit des sie umgebenden Leptoms und Parenchyms leicht aus diesem herausgezogen werden können.

---

[1] H. Molisch, Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Ber. der Deutschen botan. Ges., 1918, Bd. XXXVI, Heft 5.

Zusammenstellung II.

Über die chemische Beschaffenheit der Membranen und der Verdickungsleisten.[1]

Verdickungsleisten abrollbar						Verdickungsleisten nicht abrollbar					
Verdickungsleisten mit Stiel			Verdickungsleisten ohne Stiel			Verdickungsleisten mit Stiel			Verdickungsleisten ohne Stiel		
Pflanze	Beschaffenheit der		Pflanze	Beschaffenheit der		Pflanze	Beschaffenheit der		Pflanze	Beschaffenheit der	
	Membran	Verd. Leisten		Membran	Verd. Leisten		Membran	Verd. Leisten		Membran	Verd. Leisten
Rhoeo discolor	Pekt.	Zell.	*Piper macrophyllum*	Zell.	Holz	*Humulus lupulus*	Pekt.	Holz	*Chelidonium majus* .	Pekt.	Zell.
			Rubus fruticosus ..	Zell.	Holz	*Boehmeria Ham.*	Zell.	Holz	*Impatiens Balsam.* .	—	—
			Fragaria spec.	Zell.	Holz	*Beta vulgaris* ...	Pekt.	Holz	*Daucus carota*	—	—
			Cornus sanguinea ..	Zell.	Holz	*Cheiranthus Cheiri*	Pekt.	Holz	*Nerium Oleander* ..	—	—
			Cornus Mas	—	—	*Brassica Napus* ..	—	—	*Cucurbita pepo*	Pekt.	Holz
			Aucuba japonica ...	Zell.	Holz	*Fuchsia* spec....	—	—	*Dracaena rubra* ...	—	—
			Agapanthus umbell.	—	—	*Plantago major* ..	—	—	*Tradescantia multic.*	Pekt.	Zell.
						Plantago lanceol.	—	—	*Tradescantia zebrina*	—	—
						Leontodon spec. .	—	—	*Zea Mays*	—	—
									Musa Cavendishi ..	Zell.	Zell.
									Monstera deliciosa .	—	—

[1] Es bedeutet: »Pekt.«, daß in dem betreffenden Gewebeteil Pektinstoffe eingelagert sind; »Holz«, daß der betreffende Gewebeteil verholzt ist; »Zell.«, daß der betreffende Gewebeteil aus reiner Zellulose besteht. — Das Vorhandensein reiner Zellulose wurde durch Jod-Schwefelsäure, einer Verholzung durch Phloroglucin-Salzsäure und von Pektineinlagerung durch eine ammoniakalische Lösung von Rutheniumrot nachgewiesen.

II. Abrollbare Schraubenbänder.

Fast bei allen Pflanzen lösen sich bekanntlich bei der Anfertigung von Schnitten für mikroskopische Präparate die schraubigen Verdickungsleisten der Gefäße von der Gefäßmembran leicht los. Diese Erscheinung ist, da es sich um einen bei der Zartheit der pflanzlichen Gebilde immerhin gewaltsamen Vorgang handelt, leicht zu erklären. Bei einer allerdings beschränkten Anzahl von Pflanzen zeigt sich aber die weitere auffällige Tatsache, daß beim Abreißen des Sprosses, Blattstieles und Blattes sowie der Blattnerven die schraubigen Verdickungsleisten der Gefäße oft auf bis zu 1 *cm* lange Strecken herausgezogen werden. Diese Erscheinung, die sich besonders deutlich bei *Agapanthus umbellatus*, weniger markant bei *Piper macrophyllum, Cornus sanguinea* u. a. (siehe Zusammenstellung II) zeigt, kann jedoch nicht auf dieselben Ursachen zurückgeführt werden wie das eingangs erwähnte Loslösen der Verdickungsleisten. Es war zunächst naheliegend, die Abrollbarkeit mit der Art der Anheftung der Schraubenbänder an der Gefäßwand in Zusammenhang zu bringen, eine Auffassung, die schon Rothert in einer später noch zu erwähnenden Arbeit vertreten hat.[1] Der genannte Autor wendet sich dort gegen die u. a. von de Bary[2] angegebene Erklärung der Abrollbarkeit mit einem Zerreißen der unverdickten Gefäßmembran und führt sie auf eine Ablösung der Leisten von der dünnen Membran zurück, die einerseits in der verschiedenartigen Beschaffenheit der Gefäßwandungen, von denen die dünne Membran unverholzt und weich, die Verdickungsleisten verholzt und viel härter sein sollen, andrerseits darin begründet sein soll, daß die Verdickungsleisten mit der Membran nur mit einem meist relativ schmalen Längsstreifen verwachsen sind.[3]

An einer früheren Stelle der zitierten Arbeit[4] kommt Rothert auf Grund seiner Untersuchungen zu der Folgerung, »daß mit vereinzelten Ausnahmen die verschmälerte Anheftung der Verdickungsleisten bei den Gefäßen ganz allgemein ist«.

Es wurden daher zunächst die in der Zusammenstellung III unter Nr. 1, 4 bis 9, 12, 15, 18, 19, 21, 23, 26 bis 28 angegebenen Pflanzen, die nach Rothert Schraubenbänder mit verschmälertem Fuß besitzen sollen, und zu Kontrollzwecken auch eine Anzahl solcher Pflanzen, bezüglich deren Verdickungsleisten der genannte Autor besondere Angaben nicht gemacht hat (Nr. 2, 3, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 24, 25), in dieser Richtung eingehend untersucht.

---

[1] W. Rothert, Rozprawy d. Akad. d. Wissensch. Krakau, Ser. II, Tom. XIV (1899), p. 433; Anzeiger d. Akad. d. W. Krakau, 1899, p. 15.

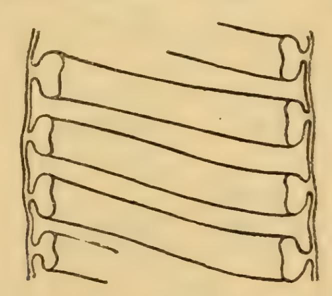
[2] A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, p. 164. »Die Abrollbarkeit der Spiralgefäße hat einfach ihren Grund darin, daß bei Zerrung die zarte, unverdickte Membran reißt, die zähe Faser, an der zarte, leicht zu übersehende Fetzen der zerrissenen Haut hängen, gestreckt wird.«

[3] W. Rothert, Anzeiger, l. c., p. 34.

[4] W. Rothert, Anzeiger, l. c., p. 18.

Hiebei konnte bei den zuerst angeführten Pflanzen nur in fünf von 15 Fällen (Nr. 1, 4, 6, 7, 12) eine stielförmige Ausbildung der Anheftungsstellen festgestellt werden, in allen anderen Fällen fiel bei der Untersuchung sowohl ausgewachsener als auch jugendlicher Teile der Befund im Gegensatze zu den Angaben Rothert's negativ aus, die Leisten zeigten sich vielmehr der Membran vollständig aufliegend.[1]

Andrerseits waren bei Pflanzen, bei denen Rothert eine verschmälerte Anheftung nicht konstatierte, deutlich stark verschmälerte, stielförmige Anheftungsstellen festzustellen (Nr. 2, 16, 17, 20). Auch in jenen Fällen, in denen die Untersuchungen des Verfassers mit den Angaben Rothert's übereinstimmen, zeigte sich jedoch, daß die stielförmige Anheftung nicht nur auf einzelne Gefäße eines Schnittes, sondern vielfach nur auf einzelne Stellen eines Gefäßes beschränkt bleibt, daß sogar oft nur ein Querschnitt einer Verdickungsleiste eine stielförmige Anheftung erkennen läßt, während der benachbarte Querschnitt der Gefäßmembran voll aufliegt.



Schraubenbänder von *Brassica Napus*, Blattstiel (Vergr. 1400 : 1).

Letztere Tatsache mag übrigens in dem auch von Rothert erwähnten Umstande ihre Begründung finden, daß die Gefäße selbst einen mehr polygonalen Querschnitt aufweisen, während die Verdickungsleisten schon vermöge ihrer größeren Dicke eine mehr kontinuierliche Krümmung anzunehmen bestrebt sind, so daß sich ihr Abstand von der Membran in radialer Richtung und damit die Höhe der Anheftungsleiste während einer Windung mehrmals ändern kann.

Aus den Beobachtungen des Verfassers ergibt sich daher zunächst, daß die oben zitierte Angabe Rothert's über die allgemeine Verbreitung einer verschmälerten Anheftung der Verdickungsleisten in dieser generalisierenden Fassung nicht gültig ist und jedenfalls einer Einschränkung in der Richtung bedarf, daß die verschmälerten Anheftungsstellen mehr minder vereinzelt bei einzelnen Individuen einer bestimmten Spezies vorkommen.

---

[1] Als verschmälerte Anheftung kann konsequenterweise nur eine solche nach der Textfigur bezeichnet werden; daß bei kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt der Verdickungsleisten ihr Rand der Membran nicht vollständig aufliegt, ist selbstverständlich.

Zusammenstellung III.

Über die Art der Anheftung der Verdickungsleisten der Schraubengefäße.

× = Rothert gibt l. c. verschmälerte Anheftungsleisten an, beziehungsweise der Verfasser konnte solche feststellen.

0 = Der Verfasser konnte derartige Anheftungsleisten nicht feststellen.

		Nach Rothert	Nach Untersuchungen des Verfassers
Fam. *Cannabaceae*			
1. *Humulus Lupulus*	Sproß	×	×
Fam. *Urticaceae*			
2. *Boehmeria Hamiltonea*	Sproß		×
Fam. *Piperaceae*			
3. *Piper macrophyllum*	Sproß		0
Fam. *Chenopodiaceae*			
4. *Beta vulgaris*	Rübe	×	×
Fam. *Papaveraceae*			
5. *Chelidonium majus*	Sproß	×	0
Fam. *Cruciferae*			
6. *Cheiranthus Cheiri*	Blattstiel	×	×
7. *Brassica Napus*	Blattstiel	×	×
Fam. *Balsaminaceae*			
8. *Impatiens Balsamina*	Sproß	×	0
Fam. *Rutaceae*			
9. *Citrus vulgaris*	Sproß	×	0
Fam. *Rosaceae*			
10. *Rubus fruticosus*	Blattnerv		0
11. *Fragaria* spec.	Blattstiel		0
Fam. *Oenotheraceae*			
12. *Fuchsia* spec.	Sproß	×	×
Fam. *Cornaceae*			
13. *Cornus sanguinea*	Blattstiel		0
14. *Aucuba japonica*	Sproß und Blattstiel		0

		Nach Rothert	Nach Untersuchungen des Verfassers
Fam. *Umbelliferae*			
15. *Daucus carota*	Rübe	×	0
Fam. *Myoporaceae*			
16. *Plantago major*	Blattstiel		×
17. *Plantago lanceolata*	Blattstiel		×
Fam. *Apocynaceae*			
18. *Nerium Oleander*	Sproß	×	0
Fam. *Cucurbitaceae*			
19. *Cucurbita pepo*	Sproß	×	0
Fam. *Compositae*			
20. *Leontodon* spec..............	Blattstiel		×
Fam. *Liliaceae*			
21. *Dracaena rubra*	Sproß	×	0
22. *Agapanthus umbellat.*	Blatt		0
Fam. *Commelinaceae*			
23. *Tradescantia multic.*	Sproß	×	0
24. *Tradescantia zebrina*	Sproß		0
25. *Rhoeo discolor*	Sproß		0
Fam. *Gramineae*			
26. *Zea Mays*	Sproß	×	0
Fam. *Musaceae*			
27. *Musa Cavendishi*	Blattnerv	×	0
Fam. *Araceae*			
28. *Monstera deliciosa*	Luftwurzel	×	0

Es ist übrigens leicht erklärlich, daß präzise Angaben über die Art der Anheftung der Schraubenbänder in der Literatur verhältnismäßig selten sind, weil sich diese Details ihrer Kleinheit wegen der Beobachtung leicht entziehen, wenn bei der Untersuchung nicht von vorneherein das Augenmerk darauf gerichtet wird. Auch der Verfasser konnte — im Gegensatze zu Rothert, der die Untersuchungen als mit Trockenobjektiven und Wasserimmersion leicht durchführbar bezeichnet — ein eindeutiges Bild von der Art der Anheftung meist erst durch Anwendung einer Ölimmersion mit 1·25 num. Ap. gewinnen.

Rothert hat aus dem oben erwähnten Ergebnisse seiner Untersuchungen noch eine weitere Folgerung abgeleitet, auf die wegen ihrer prinzipiellen Bedeutung und wegen ihres Zusammenhanges mit dem behandelten Thema an dieser Stelle noch eingegangen werden soll: Russow hat in einer schon vor Rothert's Publikation erschienenen Abhandlung[1] Leiter-, Netz- und Schraubengefäße erwähnt, deren Leisten einen einer Eisenbahnschiene ähnlichen Querschnitt besitzen (ohne allerdings Beispiele anzuführen); diese Angabe ist unter Berücksichtigung der Beobachtungen des Verfassers vielleicht darauf zurückzuführen, daß Russow in erster Linie auf die Skulpturen der Membranen der Leiter- und Netzgefäße geachtet hat, deren Querschnitte auf Längsschnitten tatsächlich vermuten lassen, daß es sich um mit einem stark verschmälerten Stiel aufsitzende Verdickungsleisten handle, tatsächlich liegen bei diesen Gefäßen aber Hoftüpfel vor, die sich von den Hoftüpfeln normaler Bauart, wie sie für die Tracheiden der Koniferen typisch sind, dadurch unterscheiden, daß sie stark, oft über die ganze Gefäßweite, in die Länge gezogen sind. Auch Rothert[2] weist auf die Ähnlichkeit des Querschnittsbildes von mit verschmälerter Basis aufsitzenden Verdickungsleisten mit dem Aussehen typischer Hoftüpfel hin, die ohne Berücksichtigung der Flächenansicht der Gefäßwand zu Verwechslungen führen kann und bezeichnet in Konsequenz dieser teilweisen Übereinstimmung des anatomischen Baues die nach außen verbreiterten Zwischenräume zwischen den ringförmigen oder schraubigen Verdickungsleisten geradezu als »ringförmige, respektive spiralige Hoftüpfel«. Er begründet diese Erweiterung des Begriffes »Hoftüpfel« damit, daß das wesentliche Kriterium eines Tüpfels, beziehungsweise Hoftüpfels nur in dem Vorhandensein einer dünnen Stelle in einer verdickten Membran anzusehen sei und daß dieses Kriterium auch für die von ihm angegebene erweiterte Definition zutreffe. Der Verfasser glaubt, dieser Interpretation nicht beipflichten zu können.

Wie sich aus der Entwicklung des Hoftüpfelbegriffes ergibt, die von dem typischen Koniferen-Hoftüpfel ausgegangen ist, sind neben dem schon von Rothert erwähnten Merkmal als weitere integrierende Merkmale des Hoftüpfels einerseits die Geschlossenheit der Kontur des Porus, andrerseits die genau korrespondierende Lage der Tüpfel in benachbarten Gefäßen anzusehen; beide Merkmale sind auch bei den als in die Länge gezogene Hoftüpfel definierten Skulpturen der Membranen der Leiter- und Netzgefäße vorhanden, sie fehlen jedoch vollständig, wenn die Zwischenräume zwischen schraubigen und ringförmigen Verdickungsleisten ebenfalls als Hoftüpfel definiert werden sollten. Schon diese Tatsache läßt

[1] Russow, Zur Kenntnis des Holzes, insonderheit des Koniferenholzes, 1883. Sonderabdruck a. d. bot. Zentralblatt, T. XIII, Nr. 1—5.

[2] W. Rothert, Anzeiger, l. c., p. 24; siehe ferner »Handwörterbuch der Naturwissenschaften«, IV. Bd., p. 1179.

die von Rothert vertretene erweiterte Interpretation des Hoftüpfelbegriffes aus anatomischen Gründen als kaum annehmbar erscheinen. Dazu kommen noch schwerwiegende Bedenken physiologischer Natur, die zwar, da es sich bei ihnen zum Teil um teleologische Spekulationen handelt, verminderte Beweiskraft besitzen, aber doch gerade bei einer Begriffsbestimmung nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Es kann nämlich die Anlegung von ringförmigen und schraubigen Verdickungsleisten, die mit ganz wenigen Ausnahmen (*Taxus*) auf die Gefäße einjähriger Sprosse und bei mehrjährigen Pflanzen auf die Gefäßprimanen beschränkt bleibt, kaum anders erklärt werden als mit einer mechanischen Aussteifung der schon sehr frühzeitig turgorlosen, dünnwandigen Gefäße gegen den äußeren Druck des umgebenden, turgeszenten Gewebes und den äußeren Luftdruck, während die Tüpfel und mit ihnen die Hoftüpfel zweifellos Vorrichtungen darstellen, die den Zweck haben, die verdickten Gefäßmembranen für den Flüssigkeitsaustausch permeabel zu machen.

Aus diesen beiden Erwägungen kann auch die weitere Folgerung Rothert's, daß »...die Membranstruktur bei allen Gefäßen prinzipiell die gleiche ist. Alle Arten von Gefäßen sind durch das Vorhandensein von Hoftüpfeln ausgezeichnet; die Unterschiede zwischen ihnen sind untergeordneter Natur und betreffen nur die Form der Hoftüpfel in der Aufsicht...« nicht unwidersprochen bleiben, ganz abgesehen davon, daß nach den früher erwähnten Untersuchungen des Verfassers die Angaben Rothert's über das fast allgemeine Vorhandensein stark verschmälerter Ansatzstellen der Verdickungsleisten einer weitgehenden Einschränkung bedürfen, wodurch auch eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Folgerungen Rothert's entfällt. Im übrigen erwähnt der mehrgenannte Autor selbst, daß die korrespondierende Anordnung der Hoftüpfel bei Ring- und Schraubengefäßen nicht vorhanden ist, erachtet diesen Unterschied jedoch als keineswegs durchgreifend.

Um über das Zutreffen des zweiten von Rothert für die Abrollbarkeit der Schraubenbänder angeführten Grundes Klarheit zu gewinnen, wurde die chemische Beschaffenheit der Bestandteile der Gefäßmembran sowohl von Pflanzen mit ausziehbaren, als auch von solchen mit nicht ausziehbaren Schraubenbändern durch Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure (für Verholzung), mit Jod und Schwefelsäure (für Zellulose) und Färbung mit Rutheniumrot (auf Pektingehalt) untersucht.

Aus diesen Untersuchungen, die in Zusammnnstellung II übersichtlich dargestellt sind, ergibt sich zunächst insofern eine gewisse Gesetzmäßigkeit, als mit Ausnahme von *Musa* Membranen und Verdickungsleisten immer eine verschiedene chemische Beschaffenheit zeigen, gleichgültig, ob die Schraubenbänder ausziehbar sind oder nicht, und ohne Rücksicht auf die Art der Anheftung. Die Behauptung Rothert's, daß die Abrollbarkeit der Verdickungsleisten auf die verschiedene chemische Beschaffenheit und das Vorhandensein

verschmälerter Anheftungsstellen zurückzuführen sei, erweist sich daher als nicht stichhältig. Eine weitere wenigstens teilweise Gesetzmäßigkeit zeigt sich ferner darin, daß mit Ausnahme von *Rhoeo* bei allen Pflanzen, bei denen ausziehare Schraubenbänder festgestellt wurden, die Verdickungsleisten verholzt sind, die Membranen hingegen aus reiner Zellulose bestehen, während bei den Pflanzen ohne ausziehbare Verdickungsleisten die Membranen in sechs von acht Fällen Pektineinlagerung besitzen. In dem Fehlen von Pektinstoffen, die vermöge ihrer Konsistenz ein festeres Haften der Leisten an der Membran zur Folge haben könnten, wäre vielleicht ein Hinweis auf die Ursache der leichten Abrollbarkeit der Schraubenbänder zu erblicken; dieser Annahme steht jedoch die Tatsache entgegen, daß einerseits auch bei *Rhoeo* die Schraubenbänder trotz des Pektingehaltes der Gefäßmembran leicht abrollbar sind und andrerseits die Schraubenbänder von *Boehmeria* sich nicht abrollen lassen, trotzdem hier wie bei den Pflanzen mit abrollbaren Bändern die Leisten verholzt sind, die Membranen jedoch aus reiner Zellulose bestehen.

Die chemische Beschaffenheit der Gefäßbestandteile gibt demnach keine befriedigende Erklärung für die Abrollbarkeit der Schraubenbänder.

Auch in rein mechanischer Hinsicht mangelt eine eindeutige Erklärung; es könnte angenommen werden, daß Schraubenbänder mit sehr geringer Steigung ähnlich wie Schraubenfedern eine Initialspannung aufweisen, die dann ein Hinausschnellen des Bandes beim Zerreißen des Pflanzenteiles zur Folge hat. Aus einem Vergleich der Gefäße beispielsweise von *Agapanthus* mit jenen von *Plantago* ergibt sich jedoch, daß einerseits in derselben Pflanze (*Agapanthus*) die Verdickungsleisten in dem einen Gefäß sehr geringe, in dem benachbarten dagegen eine sehr starke Steigung aufweisen, andrerseits die Verdickungsleisten der Gefäße von Pflanzen mit nicht abrollbaren Bändern (*Plantago*) mit so geringer Steigung angelegt sind, daß sie dicht aneinanderliegen. Möglicherweise ist die Ursache der leichten Abrollbarkeit darin zu erblicken, daß, wie die Untersuchung bestätigt, bei Pflanzen mit abrollbaren Schraubenbändern die Membranen der Gefäße sehr dünn sind, so daß die Verdickungsleisten in ihnen nur einen schwachen Halt finden, der beim Zerreißen des Pflanzenteiles von den zugfesten und relativ starren Verdickungsleisten leicht überwunden wird, während bei größerer Dicke der Gefäßwand ceteris paribus ein größerer Anteil derselben an der Festhaltung der Verdickungsleiste beteiligt ist und so das Abrollen verhindert.

Hingegen zeigt eine Untersuchung der herausgezogenen Schraubenbänder, die keinerlei Reste der Gefäßwandungen erkennen lassen, in Bestätigung der Angaben Rothert's und im Gegensatze zu jenen de Bary's, daß die Verdickungsleisten tatsächlich von der Membran losgelöst und nicht mit Teilen der Gefäßmembran herausgerissen werden.

III. Zusammenfassung.

a) Die Ausziehbarkeit der Fibrovasalbündel und Zentralzylinder ist auf das Vorhandensein eines geschlossenen, im Querschnitte einfach (meist kreisförmig) konturierten, aus dickwandigen Zellen bestehenden Stereomzylinders sowie darauf zurückzuführen, daß die radialen Membranen der Zellen des an das Stereom unmittelbar anschließenden Gewebes sehr dünnwandig, in einzelnen Fällen sogar mit feinen Tüpfeln versehen sind.

b) Die Ausziehbarkeit der Bastbündel von *Campelia* hat ihren Grund vermutlich in erster Linie in der Elastizität und Zugfestigkeit der Bastzellen, die in dem dünnwandigen Mestom und Blattparenchym nur einen schwachen Halt finden, so daß sie später abreißen als das Blattgewebe und daher leicht herausgezogen werden können.

c) Bezüglich der Art der Anheftung und der Abrollbarkeit der Schraubenbänder ergibt sich:

1. Die ringförmigen und schraubigen Verdickungsleisten der Gefäße liegen der Membran in der Regel mit ihrer ganzen Breite an. Eine Anheftung mit verschmälertem Fuß, die nach Rothert (l. c.) allgemein verbreitet sein soll, ist nur auf einzelne Pflanzen und auch bei diesen meist nur auf einzelne Gefäße und einzelne Verdickungsleisten beschränkt. Deshalb und aus anderen Gründen anatomischer und physiologischer Natur kann der gleichfalls von Rothert vertretenen erweiterten Interpretation des Hoftüpfelbegriffes nicht beigepflichtet werden, es sind vielmehr als Hoftüpfel nach wie vor nur die typischen Hoftüpfel mit rundem Porus (nach dem Typus der Koniferentüpfel) und die in die Länge gezogenen Tüpfel der Leitergefäße der Farne und der Tracheen der dikotylen Holzgewächse anzusehen.

2. Die bei einzelnen Pflanzen zu beobachtende Ausziehbarkeit der Verdickungsleisten der Schraubengefäße beruht auf einer Ablösung der Leisten von der Gefäßmembran, wobei letztere unversehrt bleibt. Sie steht mit der Art ihrer Anheftung an der Gefäßmembran in keinerlei Zusammenhang; die Mehrzahl der der Membran mit verschmälertem Fuß aufsitzenden Verdickungsleisten ist vielmehr nicht abrollbar.

3. Die chemische Beschaffenheit der Verdickungsleisten weicht in der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Fälle von jener der Gefäßmembran ab, ohne daß es jedoch möglich wäre, einen Zusammenhang zwischen der Abrollbarkeit und der chemischen Beschaffenheit festzustellen.

4. Die Frage nach dem Grunde der Abrollbarkeit der Schraubenbänder ist demnach noch als ungeklärt anzusehen; möglicherweise ist die Abrollbarkeit auf die geringe Dicke der Gefäßmembran und die verhältnismäßig große Starrheit der Verdickungsleisten zurückzuführen.



Textkürzung.

Infolge der fortdauernden außerordentlichen Preissteigerungen des Druckes ist die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse außerstande, die Abhandlungen im alten Friedensumfange abzudrucken; insbesondere sollen die Sitzungsberichte von den aufgenommenen Arbeiten nur das zum Verständnisse unumgänglich Notwendige bringen. Sehr oft sind manche Einzelheiten der Versuchsanordnungen, Beobachtungsprotokolle, Zahlentabellen, Kurven, Zwischenrechnungen u. a. m. nur für den auf dem betreffenden Gebiete arbeitenden Fachmann von Wichtigkeit, während sie für den Fachmann verwandter Gebiete von minderem Belange sind.

Die Autoren werden demnach gebeten, derartige Einzelheiten als »Ergänzungen« ihren Arbeiten beizugeben, und zwar womöglich in Maschinenschrift und in zwei Exemplaren. Diese »Ergänzungen« sollen nicht veröffentlicht, sondern in der Kanzlei der Akademie aufbewahrt und eines davon über Wunsch an Interessenten für einen Monat entliehen werden. Über die Beigabe solcher »Ergänzungen« wird am Ende der Arbeit ein entsprechender Vermerk stehen.

Ferner werden die Herren Autoren ersucht, behufs Verringerung der Druckkosten und Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit jene Teile ihrer Arbeiten in Kleindruck zu bringen, welche ihrem Inhalte nach als Ergänzungen oder Erläuterungen des in gewöhnlichem Drucke erscheinenden Textes aufzufassen sind.

Die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung IIa. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung IIb. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Grundpreis beigesetzt ist, kommen Separatabdrucke in den Buchhandel und können durch Alfred Hölder, Auslieferungsstelle der Akademie der Wissenschaften (Wien, I., Rotenturmstraße 25, Halbstock), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben.

Die Preise werden nach dem jeweiligen Stande der Valuta nach Maßgabe der Verhältnisse berechnet.

Die **mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse** hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch - naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrucken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrucke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.

Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

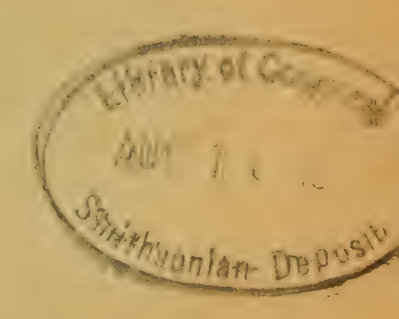
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, **Zoologie**, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

131. Band, 6. Heft

(Mit 22 Textfiguren)



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien 1922

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Inhalt

des 6. Heftes des 131. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Verkaufspreise.

Preis für das Inland und Preis für Deutschland: Grundzahl (Gz) $\times$ den betreffenden Buchhändlerschlüsselzahlen. — Auslandpreis: Grundzahl (Gz) = Schweizer Franken.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Das akryogene Seeklima und seine Bedeutung für die geologischen Probleme der Arktis

Von

Fritz Kerner-Marilaun

k. M. Akad. Wiss.

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Mai 1922)

Das Aufruhen der dünnen, hocherwärmten Oberflächenschicht des Ozeans auf kälterer Unterlage ist der lichten Übertünchung eines dunklen Wandanstriches zu vergleichen. Wie da ein Darüberfahren mit dem Finger genügt, um den Untergrund durchschimmern zu lassen, zieht im Weltmeere jede Längs- und Querzerrung, jede Divergenz von Triften und jede durch Strombeschleunigung erzeugte Druckentlastung schon Auftriebserscheinungen nach sich. Es bedarf nicht besonderer Küstengestaltungen und starker ablandiger Winde, damit Tiefenwasser reichlich emporquillt, schon im offenen Meere treten die bekannten Kaltwasserflecke auf.

Als Erkalter des Weltmeeres wirken zunächst die Eisberge antarktischer Herkunft; sie kühlen die Oberfläche der Südozeane bis in mittlere Breiten noch merkbar ab und gelten als die Haupterzeuger der tiefen Bodentemperaturen in den Meeresräumen der Tropen. Aber auch von einer mit Meereis bedeckten Antarktis würden stärkere erkaltende Fernwirkungen ausstrahlen als von einem sich bis nahe zum Gefrierpunkt abkühlenden, aber noch offen bleibenden Südpolarmeere, obschon da auch von der Oberfläche des Zirkumpolargebietes, das bei Eisbedeckung seinen Untergrund wenig abkühlen könnte, kaltes Wasser in die Tiefe sänke. Es drängt sich so, wenn man zu paläoklimatologischen Zwecken das Problem der ozeanischen Wärmeverteilung auf breiterer Basis, als dies bei der gewohnten Ableitung des reinen Seeklimas der Fall ist, zu betrachten sucht, die Frage auf, inwieweit, wenn die Tropenmeere nicht selbst schon durch eisbedeckte Polarhauben thermisch beeinflußte wären, bei dem den Strahlungsverhältnissen entsprechenden zonalen Wärmegefälle die Poltemperatur auf einer Wasserhemisphäre sich über den ihr im Seeklima gebräuchlichen Sinnes zugemessenen Wert erhöbe.

Ein solches nichteisbürtiges »akryogenes« Seeklima wäre aber noch als ein von horizontalen und vertikalen Ausgleichsströmungen beherrschtes anzusehen und nicht als jene Abstraktion eines völlig konvektionsfreien Seeklimas, wie es Zenker theoretisch bestimmt hat. Für die Berechnung des im vorigen begrifflich festgelegten Klimas sind aber naturgemäß wie bei jeder Ableitung einer zonalen Temperaturverteilung mittlere, von abkühlenden und erwärmenden Einflüssen möglichst freie Wassertemperaturen zu verwenden.

Berechnung des akryogenen Seeklimas.

Am ehesten möchte man hoffen, in den windstillen Zentren der subtropischen Stromkreise konvektionsfreie Meerestemperaturen zu finden. Der Unterschied zwischen Nord und Süd sollte hier auf einen der Strahlungsdifferenz (in gleicher Breite) entsprechenden Betrag beschränkt sein. Bestimmt man aber aus den Isothermenkarten der Deutschen Seewarte-Atlanten die mittleren Jahrestemperaturen für jene Stillengebiete, so ergibt sich folgendes Bild:

	N. A.	N. P.	S. A.	S. P.
Februar	20·4	18·9	24·2	21·9
Mai	21·9	22·4	20·6	19·7
August	26·7	26·2	17·3	17·7
November	23·4	23·2	18·7	19·3
Jahr	23·1	22·7	20·2	19·7

Nord Atlantik ... Mittel aus 45, 50 und 55 W. L. v. Greenw.
Nord Pazifik .... » » 160, 165 » 170 E. L. v. Greenw.
Süd Atlantik .... » » 15, 20 » 25 W. L. v. Greenw.
Süd Pazifik ..... » » 125, 130 » 135 W. L. v. Greenw.

Man könnte geneigt sein, diesen Sachverhalt in gewohnter Weise aus dem Übertritt warmen Wassers aus den Süd- in die Nordtropen herzuleiten. Schon dann läge es nahe, die Temperatur in 30° S. als unternormal zu betrachten und als konvektionsfreien Normalwert den arithmetischen Durchschnitt aus Nord und Süd anzusehen. Die Bedingungen für eine große positive thermische Anomalie sind aber erst polwärts von 40° Nordbreite gegeben, da die Warmwasserströme um die westliche Hemiperipherie der subtropischen Pleiobare herumziehen. Es wäre seltsam, daß der durch das vorerwähnte Strömungsphänomen bedingte Temperaturüberschuß schon dort, wo er am geringsten sein muß, 3° betragen sollte und daß er im Pazifischen Ozean fast so groß wäre wie im Atlantischen,

obwohl doch die Warmwasserzufuhr im Verhältnis zur zu heizenden Fläche im Nordteile des letzteren viel größer ist. Diese Umstände sprechen dafür, daß die konvektionsfreie Normalwärme in 30° Gleicherabstand eher im nördlichen als im südlichen Stillen Ozean zu suchen sei. Der nordpazifische Ozean ist das einzige Weltmeer, das keine Abkühlung durch an seinen Küsten gebildete Eisberge erfährt. Daß im nordatlantischen Ozean eine solche vorhanden, bedingt es, daß dort trotz stärkerer Wärmezufuhr die Temperatur im Stillenzentrum nur wenig höher ist als im pazifischen Weltmeere. Daß die Temperaturen in den Stillen der Südozeane einander ähnlich sind, ist noch kein Beweis ihrer Normalität. Sie können unter analogen Bedingungen auch in ähnlichem Maße herabgedrückte sein.

Es empfahl sich, diese Erwägungen rechnerisch zu begründen. Positive Konvektionswirkungen in den Zentren der subtropischen Stillen mögen an erster Stelle vom Verhältnis der Passattriftfläche zur Zonenfläche zwischen 20° und 40° abhängig sein. Je größer die Wassermasse, die sich am Westrand eines subtropischen Hochs zum subpolaren Wirbel hinaufdrängt, desto wahrscheinlicher dünkt es, daß auch das Zentrum der Stille von der Bewegung miterfaßt wird, Stromfäden von Westen her in dasselbe abkurven, insoweit nicht eine Querschnittsverbreiterung durch eine Strombeschleunigung wettgemacht wird.

Die Abkühlung des Oberflächenwassers in den Stillen dürfte — soweit sie durch das Bodenwasser subantarktischer Herkunft bedingt wird — dem mit wachsendem Abstande von der Ursprungsstätte sich vergrößernden abyssischen Verbreitungsgebiete dieses Wassers verkehrt proportional sein — insoweit sie aber von den oberflächlichen Polarströmen herrührt, die sich teils mit den Westwindtriften mischen, teils unter sie hinabtauchen — vom Arealverhältnis der in höhere Breiten reichenden Meeresteile zur Zonenfläche zwischen 40° und 50° abhängen.

Man kommt so zu einem Ausdruck von der Form

$$t = M + A\frac{p}{s} - B\frac{v}{u} - C\frac{z}{m},$$

in welchem M die von aller Konvektion befreite Temperatur, A, B und C Konstante sind und überdies folgende Flächenbezeichnungen platzgreifen:

p Passattrift (Äquatorialströmung).
s Zone zwischen 20° und 40°.
v Vorgürtel der Antarktis südlich von 50° S.
u die von der Isobathe von 2000 M eingeschlossene, sich von 40° S. südwärts, beziehungsweise bis 40° N. nordwärts ausdehnende Fläche.
z die Fläche polwärts von 50°, also auf der Südhalbkugel $z = v$.
m die Zone zwischen 40° und 50° (Westwindtrift).

Als Werte von s, z und m wurden zumeist die von Karstens, zum Teil (m in den Südmeeren) die von Krümmel erzielten gewählt. Als Werte von p nahm ich die aus den Flächenmessungen dieser Forscher von mir bestimmten (Geographische Analysis der ozeanischen Temperaturen am 45. Parallel; diese Sitzungsber., II a, 1920). Zur seitlichen Begrenzung des Areals des schon sehr niedrig temperierten Tiefenwassers schien die Isobathe von 2000 M gut verwendbar, da in deren Bereich die Temperatur ja größtenteils schon unter 3° liegt. Als Nordgrenze dieses Areals, beziehungsweise als Breite, in welcher kaltes Tiefenwasser durch Vertikalkonvektion aufsteigt, ergab sich der 40. Parallel, auf welchem der rückläufige Ast des subtropischen Stromkreises beginnt.

Die so für das besagte Areal zu nehmenden Werte wurden aus den Isobathenkarten der Deutschen Seewarte-Atlanten unter Rücksichtnahme auf die Breitenkreisverjüngung nach der Trapezmethode von mir bestimmt (in Quadratkilometer)

N. A.	N. P.	S. A.	S. P.
59.600	135.955	11.115	20.740

Der Wert von $\frac{v}{u}$ im Süd Atlantik wurde um $^1/_4$ vermindert, weil dort die Küstenstrecke, längs welcher ein starker Wasserauftrieb erfolgt, nicht von 40 bis 20°, sondern nur von 35 bis 20° reicht. Die so erzielten Werte der Variablen nebst den genauen Werten von t sind:

	t	$\frac{p}{s}$	$\frac{v}{u}$	$\frac{z}{m}$
Nord Atlantik........	23·07	1·040	0·184	1·042
Nord Pazifik........	22·68	0·696	0·131	1·033
Süd Atlantik........	20·22	0·416	0·739	1·473
Süd Pazifik.........	19·65	0·337	0·861	1·613

Hieraus berechneten sich die Konstanten

$$M = 22{\cdot}742, \quad A = 1{\cdot}551, \quad B = 2{\cdot}805, \quad C = 0{\cdot}743$$

und ergab sich bei Kürzung auf zwanzigstel Grade die Gleichung

$$t = 22{\cdot}75 + 1{\cdot}55\frac{p}{s} - 2{\cdot}80\frac{v}{u} - 0{\cdot}75\frac{z}{m}.$$

Die Gleichung besagt, daß sich die bis in das Gebiet der Stillen vordrängenden erwärmenden und abkühlenden Einflüsse im Zentrum der nordpazifischen Pleiobare ausgleichen. Eine auf einfache

thermogenetische Annahmen gestützte Rechnung bestätigt somit das durch Erwägungen gewonnene Resultat. Da nach Köppen der Überschuß der Wassertemperatur über die Luftwärme in den Tropen und Subtropen 0·2 bis 0·3 beträgt (im Nordatlantik zwischen 20° und 50°, im Mittel 0·24), kann die mittlere Jahrestemperatur der Luft am 30. Parallel im akryogenen Seeklima zu 22·5 gesetzt werden.

Zenker hat wohl ein Verfahren aufgezeigt, die Temperaturverteilung im reinen Seeklima auf Grund nur einer durch Messung gewonnenen Parallelkreistemperatur zu ermitteln, sofern die Thermik des reinen Landklimas auf Grund von Beobachtungen an zwei hochkontinentalen Stationen in verschiedenen Breiten schon bestimmt ist. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren aber nicht ganz vorteilhaft erscheint, ist die Festlegung einer zweiten empirischen Normaltemperatur im reinen Seeklima noch nötig, weil man einer solchen bei den verschiedenen anderen Berechnungsweisen bedarf und die Anwendung mehrerer solcher Methoden zwecks gegenseitiger Kontrolle ihrer Resultate sehr geboten ist.

Als Fundort eines zweiten Normalwertes der Seeklimatemperatur kommt im Rahmen dieser Untersuchung der Äquator in Betracht, der von Zenker als solche Fundstätte gerade zu meiden war. Schwankt doch die Mitteltemperatur auf ihm in weiten Grenzen und ist es da sehr schwer, die als normal zu wertende herauszufinden, was aber nötig, weil von ihrer richtigen Wahl der Erfolg der ganzen bis zum Pole vorzutragenden Extrapolation abhängt. Im Rahmen dieser Untersuchung fällt die Wahl auf die Höchstwerte der mittleren Wasserwärme im ostindischen Archipel, da sie die durch ausklingende Fernwirkung der Antarktis am wenigsten berührten sein mögen, andrerseits aber auch nicht als durch das benachbarte Land erhöhte deutbar sind. Man kann da etwa 29° als obere Grenze des Jahresmittels annehmen. Die Luftwärme liegt da, wie Köppen und Seemann gezeigt haben, im Spätsommer und Herbst erheblich, stellenweise bis zu 3° unter der Oberflächenwärme des Wassers. Es handelt sich dabei aber um Ursachen, die in einem inselfreien Tropenozean wohl nicht in gleich hohem Maße erwüchsen. Da das Phänomen zudem auf einen kleineren Teil des Jahres beschränkt bleibt, wird man keinen zu geringen Temperaturabstrich vornehmen, wenn man 28·25 als Jahresmittel der Luftwärme am Gleicher im akryogenen Seeklima ansetzt.

Von den Bestimmungsweisen der zonalen Temperaturverteilung auf Grund zweier durch Beobachtung gewonnener Parallelkreistemperaturen sei zunächst die von Liznar[1] mitgeteilte angewandt. Sie nimmt — sich auf das Gesetz von Stefan stützend — die an der oberen Grenze der Lufthülle zugestrahlten Wärmemengen als Grundlage der Berechnung und meidet so die Unsicherheit, welche

---

[1] Berechnung der Mitteltemperaturen der Breitenkreise aus den an der Grenze der Atmosphäre zugestrahlten Wärmemengen. Met. Zeitschr., 1900. Jänner, p. 36.

aus der schwankenden Bestimmung der bis auf den Grund der Atmosphäre gelangenden Wärmemengen erwächst. Bei Einsatz der vorhin für $\varphi = 0$ und $\varphi = 30$ gewonnenen Temperaturen und der zugehörigen Werte der von Wiener bestimmten Relativmengen der Strahlung (30532 und 26832) in die Formel:

$$A'T^4 = J_j - C',$$

in welcher T die absolute Temperatur bedeutet, erhält man für die Konstanten die Werte:

$$A' = 60855 \times 10^{-10} \text{ und } C' = -19570$$

und sodann mittels der Gleichung:

$$T^4 = \frac{J_j + 19570}{60855} 10^{10}$$

die folgenden Temperaturen:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·25	27·6	25·7	22·5	18·1	12·5	6·1	0·5	— 2·3	— 3·2

Bei Annahme einer Äquatortemperatur von 28·0 nehmen die Konstanten die Werte

$$A' = 63378 \times 10^{-10} \text{ und } C' = -21494$$

an und ergibt sich als zonales Wärmebild:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·0	27·4	25·5	22·5	18·3	13·0	6·8	1·5	— 1·2	— 2·0

Setzt man für J_j an Stelle der Relativwerte Wiener's die von Meech bestimmten Thermaltage ein, so erhält man als Konstanten:

$$A = 72763 \times 10^{-12} \text{ und } C = -233 \cdot 76.$$

Die bei Einführung dieser Werte erzielten Temperaturen stimmen mit den obigen bis in die dritte Dezimale überein.

An zweiter Stelle kommt von den Methoden zur Bestimmung des zonalen Wärmebildes die von Zenker[1] in seiner Notiz über

---

[1] Über solare Temperaturen. Met. Zeitschr., 1896, Sept., p. 361.

solare Temperaturen aufgezeigte in Betracht. Auch sie stützt sich auf das Gesetz von Stefan, wählt aber die am Grunde der Lufthülle anlangenden Wärmemengen als Basis für die Berechnung. Zenker wandte diese Methode nur für die Bestimmung des reinen Landklimas an. Versucht man es, sie zur Ermittlung des reinen Seeklimas zu verwerten, so verliert die Größe t_k allerdings ganz die Bedeutung, ein Ausdruck für die »Temperatur des Weltraumes«, beziehungsweise für die »in den äußersten Atmosphärenschichten herrschende, infolge der inneren Erdwärme auf ihre Höhe gebrachte Temperatur« zu sein, eine Auffassung Zenker's, gegen die Pernter[1] ohnedies Stellung nahm.

Die Temperaturzahl $t_k = T_k - 273$ hat dann nur die Bedeutung einer Rechnungsgröße.

Setzt man die für den Gleicher und für den 30. Parallel gewonnenen Temperaturen und die zu ihnen gehörigen Strahlenmengen Y (25394 und 21706) in den Ausdruck

$$\frac{Y}{A} = T^4 - T_k^4$$

ein, in welchem T wieder die absolute Temperatur bedeutet, so erhält man als Konstantenwerte:

$$A = 60659 \times 10^{-10} \quad \text{und} \quad T_k = 252 \cdot 21$$

und sodann mittels der Formel

$$T^4 = \frac{Y}{60659} 10^{10} + 40466 . 10^5$$

folgende Temperaturen, denen die für eine Gleichertemperatur von 28·0 mit den Konstanten

$$A = 63173 \times 10^{-10} \quad \text{und} \quad T_k = 254 \cdot 41$$

erzielten sogleich angereiht seien ($T_k^4 = 41891 . 10^5$).

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·25	27·6	25·7	22·5	18·1	12·6	6·3	0·6	—2·5	—3·0
28·0	27·4	25·5	22·5	18·3	13·0	7·0	1·6	—1·3	—1·8

Ein dritter Weg zur Bestimmung der Breitenkreistemperaturen wurde von Zenker in seinem großen Hauptwerke[2] gewiesen. Er

[1] Met. Zeitschr., 1896, April, Literaturbericht.

[2] Der thermische Aufbau der Klimate. Halle 1895.

folgt dem Dulong-Petit'schen Strahlungsgesetz, das aber bei Zenker nicht in seiner ursprünglichen Schreibart:

$$v = Ma^{\vartheta}(a^{t}-1),$$

sondern in der der besonderen Verwendungsweise angepaßten Form

$$YC = a^{\tau}-a^{K}$$

erscheint, wobei a die von Dulong und Petit zu 1·0077 bestimmte Konstante ist (log. Brigg = 1 : 300), $\tau = \vartheta + t$ die Temperatur des erkaltenden Körpers, $K = \vartheta$ die Temperatur der Hülle bedeutet und C alle anderen konstanten Einflüsse in sich faßt. Auch hier legte Zenker die nach dem Durchgang der Sonnenstrahlen durch die Lufthülle sich ergebende solare Wärmeverteilung zugrunde. Er bestimmte die Konstanten C und K für das reine Landklima und dann unter Beibehaltung der für K gefundenen Zahl durch Einsatz der Werte von Y und τ für den konvektionsfreien 30. Parallel die Konstante C für das Seeklima.

Die dann für die übrigen Breitenkreise erzielten Werte von τ schienen ihm den ozeanischen Konvektionseinfluß voll aufzuzeigen. Die positive Konvektion ergibt sich da aber — polwärts wachsend — für die hohen Breiten als unverhältnismäßig groß. Hierin spiegeln sich die besonderen Verhältnisse der Jetztzeit wieder. Bei der Suche nach einer theoretischen Wärmeverteilung, die kein Spiegelbild der heutigen Sachlage sein soll, empfiehlt es sich daher, die vorangeführte Formel auch für das Seeklima so, wie es Zenker für das Landklima tat, zu benutzen, wobei dann freilich die Größe K auch wieder die ihr von Zenker zugedachte Bedeutung verliert. Setzt man die früher für $\varphi = 0$ und $\varphi = 30$ angenommenen Strahlungsmengen und Temperaturen für Y und τ ein, so bekommt man als Konstantenwerte:

$$C = 14544 \times 10^{-9} \quad \text{und} \quad a^{K} = 0 \cdot 87281$$

und dann mittels der Gleichung

$$1 \cdot 0077^{\tau} = 14544 \times 10^{-9}\, Y + 0 \cdot 87281$$

folgende Temperaturen:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·25	27·6	25·7	22·5	18·1	12·7	6·6	1·3	—1·5	—2·0

Bei Annahme einer Gleichertemperatur von 28·0 werden mit den Konstantenwerten

$$C = 13951 \times 10^{-9} \quad \text{und} \quad a^K = 0{\cdot}88568$$

nachstehende Temperaturen gewonnen:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·0	27·4	25·5	22·5	18·3	13·1	7·3	2·3	—0·4	—0·9

Als ein viertes, im Vergleiche zu den früheren wohl sehr einfaches Verfahren der Bestimmung des zonalen Wärmebildes sei noch jenes angewandt, dessen sich Zenker in seiner ersten größeren Arbeit[1] bediente: die Ableitung der Parallelkreistemperaturen aus den Strahlungsdifferenzen gegen einen von zwei Breitenkreisen, für die sich als normal zu wertende Temperaturen ermitteln lassen. Die so gewonnene Wärmeverteilung ist:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·25	27·6	25·7	22·5	18·3	13·3	7·9	3·4	1·1	0·7

Hier wurden wie bei der zweiten und dritten Methode die von Zenker in der vorgenannten Arbeit erzielten fünfstelligen Strahlungswerte benutzt. Nimmt man die von ihm später mitgeteilten vierstelligen Werte ($\varphi = 0:2528$, $\varphi = 90:0761$), so erhält man:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
28·25	27·6	25·7	22·5	18·3	13·2	7·9	3·5	1·2	0·8

Bei der Ableitung aus den Strahlungsdifferenzen erhält man sonach für die polnahen Breiten höhere Temperaturen als nach den ersten drei Methoden, die ziemlich übereinstimmende Werte ergeben. Dem von verschiedenen Forschern berechneten reinen Seeklima kann das akryogene Seeklima, soweit seine Ableitung auf anderen Gesichtspunkten fußt, nicht verglichen und nur gegenübergestellt werden. Zu diesem Zwecke mag es genügen, von einigen dieser Berechnungen die Hauptwerte anzuführen.

Die Zahlen 0·6 und 0·7 bei Precht (1894) bedeuten die angenommenen Transmissionskoeffizienten.

---

[1] Die Verteilung der Wärme auf der Erdoberfläche. Berlin 1888.

Autor	0	30	60	90
Precht (0·6)	26·4	18·3	0·7	— 9·0
Spitaler (1885)	22·2	16·3	2·8	— 9·5
Hann (1896, Febr.) .	26·0	18·1	—0·2	— 9·6
Precht (0·7)	26·7	18·5	0·1	—10·0
Hann (1896, Mai)...	26·0	18·1	—0·7	—10·3
Forbes (1859)	22·1	16·6	3·0	—10·8
Liznar (1900)	25·7	19·0	—0·7	—12·2
Marchi (1895)......	22·1	17·6	0·5	—12·5
Liznar (1911)	23·9	17·3	—2·1	—13·5
Spitaler (1921)......	24·2	17·3	—1·6	—20·6

Für einen Vergleich kommen nur jene Ableitungen der ozeanischen Wärmeverteilung, welche die höchsten Werte ergaben, in Betracht.

φ	Sartorius		Akryogenes Klima		Zenker	
	Nord	Süd	I.	IV.	1888	1893
0	26·4	26·4	28·25	28·25	26·2	26·1
10	26·1	25·0	27·6	27·6	25·4	25·3
20	24·2	22·0	25·7	25·7	23·0	23·0
30	20·9	17·7	22·5	22·5	19·2	19·3
40	16·7	12·6	18·1	18·3	14·0	14·3
50	12·1	7·3	12·5	13·3	8·0	8·4
60	7·8	2·3	6·1	7·9	1·5	1·9
70	4·2	—1·7	0·5	3·4	—4·5	—3·4
80	1·9	—4·3	—2·3	1·1	—6·8	—5·9
90	1·1	—5·2	—3·2	0·7	—7·25	—6·7

In den höheren Breiten fällt der Berechnungsspielraum des akryogenen Seeklimas (I. und IV. Bestimmungsmethode) in den Zwischenraum der von Sartorius v. Waltershausen für die beiden Halbkugeln abgeleiteten Meeresklimate. Das von diesem Forscher mitgeteilte nordhemisphärische Seeklima stellt aber — da zu seiner Bestimmung die sehr hyperthermen Stationen Thorshaven

und Reykjavik mitbenutzt wurden — nicht die zonale Wärmekurve auf einer Wasserhalbkugel, sondern die im Herrschaftsbereiche einer kraftvollen, polwärts strebenden Trift dar.

Zenker hat seine Berechnungen einerseits auf die südpazifische Temperatur am 30., andrerseits auf die am 20. und 50. Parallel gestützt (zwischen 180 und 120° W L.). Wenn Zenker für letztere das Fehlen einer polaren Abkühlung im Hinblick auf den den Breitenkreisen parallelen Lauf der Isothermen annahm, so war das insoferne nicht begründet, als dort die Bedingungen für eine in breiter Front gleichmäßig vordringende Abkühlung gegeben sind. In der Tat erscheint auf der Strömungskarte des Südsommers im Deutschen Seewarte-Atlas von 175 bis 120° W L. gerade der 50. Parallel als Nordgrenze häufigeren Treibeises. Als solcher kann er doch nicht schon als ein von der antarktischen Vergletscherung thermisch unbeeinflußter gelten!

Die Gründe, welche dafür sprechen, daß in den vorgenannten Längen auch noch in 30° Südbreite thermische Fernwirkungen der Antarktis vorhanden sind, wurden früher schon angeführt und durch eine Rechnung erläutert (p. 2 u. 3). Es ist klar, daß die Tropen- und Subtropensonne mit voller Kraft auf die weit ausgedehnten Flächen des südpazifischen Ozeans strahlend, diese bis zu der dem Solarklima entsprechenden Höhe erwärmen muß. Es sind aber Anlässe gegeben, daß der so zu erreichende thermische Zustand gestört wird. Es ist dabei nicht stets an ein Aufquellen kalten Wassers an Ort und Stelle zu denken.

Der 20. und 30. Parallel liegen in den »submarinen Roßbreiten« Krümmel's, den auf der Karte der Isothermen in 400 *m* Tiefe so klar hervortretenden Zonen mit Wärmetransport nach unten; es greift aber als Fernwirkung der antarktischen Eiskappe eine Durchkühlung des gesamten Südozeans Platz, die größer ist als jene, welche beim Bestande eines kalten, offenen Polarmeeres stattfände. So möchte es scheinen, daß die Strahlungsdifferenzrechnung Zenker's eine um ein Geringes zu starke Krümmung der zonalen Wärmekurve ergab, die bei der Extrapolation bis zum Pol und Äquator entsprechend zur Geltung kam. Die für das akryogene Seeklima angesetzte Gleicherwärme bleibt noch um 1·4° unter der von Zenker für eine ganz konvektionsfreie Wärmeverteilung gefundenen. Es ist so bei jenem Wärmeansatze eine mäßige negative Konvektionswirkung auf den Äquator noch in Erwägung gezogen.

Aus der höheren Gleicherwärme und dem geringeren zonalen Temperaturgefälle ergibt sich für das akryogene Seeklima eine erheblich höhere Temperatur am Pole als für das reine Seeklima in gewohnter Auffassung. Dies ladet zu einer Überprüfung des Problems des polaren Seeklimas ein. Bei der Erörterung der Unzulänglichkeit der Temperaturformel von Forbes zu Extrapolationen für die Grenzwerte von n beschränkt sich Woeikof[1] darauf, die

[1] Klimate der Erde, I, 333.

Poltemperatur von —10·8° als an die Voraussetzung der Eisfreiheit des Pols geknüpft zu bezeichnen, wobei er sie als zu tief ablehnt, weil die Luftwärme beim Fehlen aller Landeinflüsse nicht 7° unter die Wasserwärme sinken könne. Er spricht sich aber nicht darüber aus, ob jene Voraussetzung statthaft sei.

Hann[1] sagt dagegen: »In Wirklichkeit würde ja auch auf einer reinen Wasserhemisphäre der Pol doch mehr weniger eisbedeckt sein, würden also die Formeln ihre Gültigkeit verlieren.« Und an früherer Stelle[2] heißt es: »Wenn man die Temperatur des Poles auf einer Wasserhalbkugel zu —9° bis —10° findet, so ist dies natürlich eine Fiktion, denn selbst das Seewasser kann nicht unter —3° bis —4° erkalten, ohne zu gefrieren und die Jahrestemperatur der Luft über offenem Seewasser dürfte deshalb kaum tiefer als —5° bis —6° angenommen werden können; bildet sich aber Eis, dann haben wir eine Poltemperatur wie bei Landbedeckung.« Bei dieser Festlegung des unteren Grenzwertes für das reale Seeklima am Pole kann die Temperatur von —6° aber nur als Punkt der Thermometerskala für sich und nicht als Jahresmittel gedacht sein, denn als solches ist sie ja an den Mitbestand einer um mehrere Grade tieferen Wintertemperatur geknüpft und dann selbst schon eine Fiktion. Das reale Seeklima erreicht somit seine Polargrenze dort, wo die Temperatur des kältestes Monates unter —6° hinabgeht.

Die Berechnungen des reinen Seeklimas betrafen zumeist nur die mittlere Jahrestemperatur. Die von Zenker erzielten solaren Monatstemperaturen des Seeklimas schienen ihrem Autor selbst nicht sehr vertrauenswert zu sein, da er ihre Berechnungsgrundlagen selbst als anfechtbar bezeichnete. Eine aus alter und eine aus neuester Zeit stammende Bestimmung der ozeanischen Amplituden am Pole weichen sehr voneinander ab. Der von Sartorius v. Waltershausen gefundene Wert von 10·9° ist entschieden zu hoch, der jüngst von Spitaler mitgeteilte von 3° erheischt zumindest eine Verdoppelung, da er der Strahlungsdifferenz entspricht und diese am Pole zwischen den beiden Solstitien nur so groß ist wie zwischen dem Sommersolstitium und den Nachtgleichen.

Die Wärmeschwankung ist theoretisch dem Breitensinus proportional und der von Sartorius gefundene zonale Amplitudengang entspricht auch diesem Sachverhalt. Seine Schwankungswerte schmiegen sich (mit einer Ausnahme) der Relation

$$A\varphi = A_0 + (A_{90} - A_0) \sin \varphi$$

gut an, wie folgende Zusammenstellung der nach ihr bestimmten und der ursprünglichen Werte zeigt:

---

[1] Klimatologie, III. Aufl., I, 331.

[2] Klimatologie, II. Aufl., I, 209.

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1·5	3·1	4·7	6·2	7·5	8·7	9·6	10·3	10·8	10·9
1·5	3·1	4·7	6·1	7·5	8·6	10·2	10·3	10·8	10·9

Hiernach würde sich, wenn man mit Zenker die ozeanische Wärmeschwankung am Gleicher zu 0·3, jene am 30. Parallel zu 4·0 ansetzt, als Schwankung am Pole 7·7 ergeben. Die mit Hilfe der von Zenker bis zum 60. Parallel bestimmten Amplitudenwerte durchgeführte Ausgleichsrechnung ergibt die Formel

$$A\varphi = 0{\cdot}468 + 6{\cdot}759 \sin \varphi,$$

aus welcher man folgende Amplituden erhält, denen die der Rechnung zugrunde gelegten beigesetzt seien:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0·5	1·6	2·8	3·8	4·8	5·6	6·3	6·8	7·1	7·2
0·3	1·6	2·9	4·0	5·0	5·7	6·0	—	—	—

Für die Wärmeschwankung auf der Wasseroberfläche erhält man für das Bogenstück zwischen 110 und 160° W v. Gr. im südpazifischen Ozean aus dem Deutschen Seewarte-Atlas (Februar bis August):

20	25	30	35	40	45
2·75	3·95	4·25	4·70	5·35	5·15

Hieraus berechnet sich als theoretischer, vom wirklichen durch ein Maximum in den Subtropen gekennzeichneten Gange sehr abweichender zonaler Amplitudengang[1]

$$A\varphi = 0{\cdot}868 + 6{\cdot}569 \sin \varphi$$

mit folgenden Zehngradwerten:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0·9	2·0	3·1	4·2	5·1	5·9	6·6	7·0	7·3	7·4

[1] Bei Weglassung des 45. Parallels erhält man die Formel $A\varphi = 0{\cdot}257 + 7{\cdot}946 \sin \varphi$ und somit als Schwankung am Pole 8·2.

Man erhält so als Wärmeschwankung auf einem eisfreien ozeanischen Pole für Wasser und Luft ungefähr 7·5°. Es stimmt dies gut zu der von Hann[1] gefundenen Gleichung

$$a = 2 \cdot 12 + 7 \cdot 01 \sin \varphi,$$

denn das konstante Glied derselben wurde mit Einbezug der Stationen Zanzibar ($a = 2 \cdot 9$) und Ascension ($a = 3 \cdot 7$, zwar rein ozeanisch, aber abnorm) erhalten und ist so gewiß größer als das für einen reinen Wasseräquator.

Bei Sartorius ist am 80. Parallel und am Pole das arithmetische Mittel der extremen Monate dem Jahresmittel genau gleich. So würde sich unter der hypothetischen Annahme, daß der Temperaturgang bei den höheren Werten des akryogenen Seeklimas dem im kühleren, aus der Thermik des Südpazifik erschlossenen Seeklima analog wäre, als Temperatur des kältesten Monates im ersteren Klima —5·75 ergeben, wenn man im Durchschnitt der berechneten Werte das Jahresmittel zu —2·0 annimmt.

Das akryogene Seeklima ist somit zugleich akryophor, d. h. wenn man aus von den Eisschmelzwässern subantarktischer Herkunft unbeeinflußten ozeanischen Temperaturen niedriger Breiten die Poltemperatur extrapoliert, gelangt man zum unteren Grenzwert des realen, d. i. eisfreien Seeklimas am Pole.

Zugunsten der hier entwickelten Auffassung spricht es, daß sie durch ein auf ganz anderem Wege und gänzlich unabhängig von dem vorigen erzieltes Forschungsergebnis gestützt wird; durch das Ergebnis einer geographischen Analyse der Jännertemperatur auf einem mittleren arktischen Parallel.

Geographische Analysis der Jännertemperatur am 75. Parallel.

Durch das Emportauchen von Land, vornehmlich im gemäßigten Gürtel, wird auf wasserbedeckten Breitenkreisen in der Polarhaube das gleichmäßige Seeklima durch einen sehr wechselvollen Temperaturzustand verdrängt. Meridional gestreckte Küsten gleicherwärts vom Polarkreise dienen den lauen Triften als Führung zu einem Vordringen über jenen Kreis hinauf. Unter ihrem Einflusse kann die Winter- und Jahrestemperatur örtlich weit über die des Seeklimas steigen. Südlich benachbartes Festland drückt sie unter das ozeanische Mittel hinab als Bringer kalter Luft und als Spender von Flußwasser, das bei höherer Temperatur gefrierend als die Salzflut, den kritischen Punkt, bei welchem das reale Seeklima in das Kontinentalklima umschlägt, emporrückt. Die morphologischen Ursachen zu positiven Wärmeanomalien auf einem wasserbedeckten

[1] Temperatur der südlichen Hemisphäre. Diese Sitzungsber., 1883.

arktischen Parallel schließen somit schon die Anlässe zu negativen Anomalien in sich. Doch wäre es kaum statthaft, einen Ausgleich der thermischen Gegensätze auf einem solchen Parallel zu erwarten und seine Durchschnittstemperatur noch als die des Seeklimas anzusehen, wie man in den gemäßigten Breiten von einer Kompensation der Wirkungen der kalten und warmen Ströme auf die ozeanische Mitteltemperatur spricht. Die Durchschnittswärme eines wasserbedeckten arktischen Parallels kann (bei teilweiser Landbedeckung der Subarktis) über und unter der Temperatur des Seeklimas liegen.

Die höchste Temperatur in Polnähe knüpft sich an möglichst reichliche Unterbrechung der subpolaren Meeresfläche durch Land bei möglichst geringer West—Ost-Erstreckung desselben, also an eine Mehrheit oder Vielheit schmaler N—S streichender Inselzüge, wie ein solcher bei geringer positiver Strandverschiebung das Uralgebirge wäre. Für keinen einzigen Abschnitt der Vorzeit kommt eine so beschaffene Verteilung des Flüssigen und Festen in Betracht. Sie kann so für den Palaeoklimatologen nicht Gegenstand der Erwägung sein. Soweit die geologische Urkunde nicht auf ein zirkumpolares Festland, sondern auf eine wasserbedeckte Arktis weist, war diese von Landmassen umstellt; doch verschmolzen diese nicht stets wie jetzt zu einem nur eine breite Lücke zeigenden Ringe; den lauen Triften taten sich manchmal mehrere Pforten zum Eintritt in das arktische Becken auf. Woeikof neigte zur Ansicht, daß ein von drei Seiten reichlich mit lauem Wasser beschicktes Nordpolarmeer, wie es Wallace für die Tertiärzeit vermutete, die Lösung des Rätsels der fossilen arktischen Floren sein könnte. Als Woeikof die von Erklärungsoptimismus gleißenden Worte schrieb:[1] »...dies im Auge behaltend, erklärt sich die reiche eozäne und miozäne Flora Grönlands, Grinnellands und Spitzbergens ganz ungezwungen«, ahnte er nicht, daß wenige Jahrzehnte später in der Antarktis, die damals selbst morphologisch noch wenig erkannt war, mesozoische und tertiäre Pflanzen gefunden würden. In seinen Darstellungen der irdischen Wärmeverteilung nimmt die Wärmebereicherung der Nordhalbkugel auf Kosten der Südhalbkugel einen breiten Raum ein. Da fiele es schwer, zugleich mit einer arktischen auch eine antarktische Miozänflora als Folgezustand einer reichlichen Wasserheizung des Polargebietes glaubhaft zu machen. Der in der Altklimakunde herrschenden Geschmacksrichtung entspräche es da, Betrachtungen über die morphogene Komponente der geologischen Polarklimate überhaupt sogleich ganz aufzugeben und in gewohnter Art von der Heranziehung hypothetischer solarklimatischer Hilfsfaktoren alles Heil zu erwarten.

Für den, der aber nicht geradewegs nach einer Erklärung der fossilen Polarfloren strebt, sondern die im Rahmen der palaeogeographischen Erkenntnisse erwägbaren morphogenen Klimaänderungen restlos aufzeigen will, kann aber der Umstand, daß es schwer fiele,

---

[1] Gletscher und Eiszeiten. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin 1881.

einen gleichzeitigen üppigen Waldwuchs in der Arktis und Antarktis rein geographisch zu begründen, kein Anlaß sein, die Frage, wie warm es am Pole beim heutigen Solarklima werden konnte, als jedes Interesses bar zu erklären.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Temperaturen in einer wasserbedeckten Arktis von den geographischen Verhältnissen in ihrem Umkreise eignet sich der 75. Parallel. Er ist großenteils meerbedeckt, in thermischer Hinsicht (im Gegensatze zum 70. Parallel) unmittelbaren örtlichen Einflüssen der Nordküste des subarktischen Festlandsringes schon ziemlich entrückt und die Polarkappe so ziemlich in ihrer Mitte durchkreisend:

$$1 - \sin 75° = \sin 75 - \sin 68° \, 43'$$

und

$$\frac{1 + \sin 66° \, 30'}{2} = \sin 73° \, 27'.$$

Zunächst ist eine geographische Analyse der winterlichen Temperaturverhältnisse zu erstreben.

Das Maß abkühlenden Landeinflusses, bei welchem — insoweit das reine Seeklima noch real wäre — das physische Klima kontinental wird, ist für die thermische Gesamtlage entscheidend, da, sobald auf dem Meere Eisbildung erfolgt, beim Fortschreiten derselben auch die sommerliche Bestrahlung in wachsendem Maße für die Lufterwärmung verloren geht. Dann sind die örtlichen Temperaturunterschiede im Winter am größten und die Aussicht, die Abhängigkeit einer Variablen von einer anderen erkennen zu können, winkt — wenn das Abhängigkeitsverhältnis durch Einflüsse zweiter Ordnung gestört ist — um so mehr, je größer der Wertspielraum der ersteren Variablen ist.

Aus dem Kärtchen der Isothermen des Jänner um den Nordpol in Hann's Referat über das große Werk Mohn's, betreffend die Meteorologie des Nordpolarbeckens, ließen sich für den 75. Parallel die in der folgenden Tabelle unter t stehenden (auf Viertelgrade genauen) Temperaturen ablesen. Unter t_1 folgen die einst von Spitaler aus der Karte der Jännerisothermen im Atlas der Meteorologie von Hann abgeleiteten Temperaturen.

Der durch die neueren Forschungen erzielte Fortschritt ist vor allem die Erkenntnis eines Minimums über Grönland, das zum Hauptminimum wird, und die eines Maximums über der Baffinsbai an Stelle einer bloßen Sigmoide der Isothermen im älteren Bilde. Das Minimum über Ostsibirien erscheint gegenüber früher etwas abgeflacht, so daß es jetzt nur mehr ganz wenig unter dem nordamerikanischen liegt.

Durch einfachen graphischen Ausgleich, der nur in einem Falle zu einer Wertversetzung von 1° führt (sonst 0·25 bis 0·5) erhält man aus den Werten von t jene von t'.

λ	t	t_1	$t_1 - t$	t'	$t' - T$
0	—11·0	—11·3	— 0·3	—11·0	+18·25
10 E	— 8·5	— 9·3	— 0·8	— 9·0	+20·25
20	—11·0	—10·6	+ 0·4	—10·0	+19·25
30	—11·5	—11·5	0·0	—11·0	+18·25
40	—13·0	—13·0	0·0	—13·0	+16·25
50	—16·0	—15·6	+ 0·4	—16·0	+13·25
60	—21·0	—23·3	— 2·3	—21·0	+ 8·25
70	—25·0	—30·2	— 5·2	—25·0	+ 4·25
80	—29·0	—33·5	— 4·5	—29·0	+ 0·25
90	—32·0	—35·3	— 3·3	—32·0	— 2·75
100	—35·0	—36·8	— 1·8	—34·5	— 5·25
110	—36·25	—38·3	— 2·0	—36·0	— 6·75
120	—37·25	—39·0	— 1·7	—37·0	— 7·75
130	—37·5	—39·5	— 2·0	—37·5	— 8·25
140	—37·0	—39·5	— 2·5	—37·0	— 7·75
150	—35·5	—38·5	— 3·0	—36·0	— 6·75
160	—34·0	—37·0	— 3·0	—34·5	— 5·25
170	—33·0	—35·5	— 2·5	—33·5	— 4·25
180	—33·0	—34·0	— 1·0	—33·0	— 3·75
170 W	—32·5	—32·5	0·0	—32·5	— 3·25
160	—33·0	—31·5	+ 1·5	—33·0	— 3·75
150	—35·0	—32·0	+ 3·0	—34·5	— 5·25
140	—35·75	—33·3	+ 2·4	—35·5	— 6·25
130	—35·75	—34·5	+ 1·2	—36·0	— 6·75
120	—36·0	—36·0	0·0	—36·5	— 7·25
110	—36·25	—36·0	+ 0·3	—36·5	— 7·25
100	—36·25	—36·0	+ 0·3	—36·0	— 6·75
90	—35·0	—36·0	— 1·0	—34·5	— 5·25
80	—32·0	—33·5	— 1·5	—32·0	— 2·75
70	—29·0	—31·7	— 2·7	—29·0	+ 0·25
60	—27·5	—29·7	— 2·2	—27·5	+ 1·75
50	—34·5	—29·3	+ 5·2	—34·5	— 5·25
40	—41·0	—28·7	+12·3	—41·0	—11·75
30	—35·0	—24·0	+11·0	—35·0	— 5·75
20	—25·5	—17·0	+ 8·5	—25·5	+ 3·75
10	—17·5	—15·0	+ 2·5	—17·5	+11·75

Die Summe der Wärmezuschläge ist da um eine Einheit größer als die der Wärmeabstriche, wodurch als Gesamtsumme der Temperaturen eine Zahl erwächst, die bei der Division durch 36 genau —29·25 ergibt, so daß die Summen der positiven und negativen Abweichungen vom Mittel — dargestellt durch in Viertelgraden ausgedrückte Werte — genau gleich sind.

Der Temperaturgang am 75. Parallel im Jänner kennzeichnet sich durch die folgenden sechs extremen Werte:

λ	10 E	130 E	170 W	120 W 110 W	60 W	40 W
$t'-T$	+20·25	—8·25	—3·25	—7·25	+1·75	—11·75

Die durch das pazifische Weltmeer bedingte Wärmeerhöhung bleibt noch unter dem Mittel und ist so noch nicht als ein Nebenmaximum und nur als eine flache Schwelle innerhalb eines breiten Wellentales erkennbar. Der Umstand aber, daß sie mit dem atlantischen Hauptmaximum auf demselben Meridiankreise liegt, ladet zu einer Darstellung der Temperaturen durch Sinusreihen ein. Eine solche läßt sich für die eurasiatische Erdhälfte mit geringen Mitteln gut durchführen, indem da ein Ausdruck von der Form

$$t = T + a \sin \alpha + b \sin^2 \beta$$

genügt. Die Elementaranalyse führt da zur Formel

$$t = -20{\cdot}75 - 11{\cdot}75 \sin(\lambda - 100) - 13{\cdot}75 \sin^2(\lambda - 10),$$

welche die gemessenen Werte mit einem mittleren Fehler von $\pm$ 0·33 und einem größten von —1·43 wiedergibt. Rundet man die Temperaturdifferenz beider Maxima auf 24·0 ab, so daß die zweite Konstante 12·0 wird, vermindert sich der mittlere Fehler auf $\pm$ 0·28, der größte auf —1·24. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergeben sich als Konstanten

$$T = -20{\cdot}6996, \quad a = -12{\cdot}1214, \quad b = -13{\cdot}8008,$$

bei deren Einsatz der mittlere Fehler sich nicht weiter verringert, der größte aber auf —1·11 herabsinkt.

Die folgende Tabelle bringt die Abweichungen der durch einfache Auflösung (A) und der durch die Ausgleichsrechnung (B) erhaltenen Temperaturen von den gemessenen Werten.

In beiden Reihen bleiben die Fehler in der Hälfte der Fälle unter 0·25, in mehr als einem Drittel der Fälle unter 0·1, was bei der Darstellung durch nur zwei Sinusglieder sehr befriedigend ist.

Die Darstellung der Parallelkreistemperaturen durch trigonometrische Reihen, wie sie Fritsche in umfassendster Weise vornahm, läßt aber den thermischen Einfluß der Bedeckungsart nicht direkt erkennen, solange diese nicht selbst in geeigneter Weise durch ähnliche Formeln eine Wiedergabe fände, was dann zur Aufdeckung der bestehenden Beziehungen führen würde. Es fällt so

die Reihendarstellung, indem sie nur Interpolationsformeln schafft, deren Glieder keine morphologische Bedeutung haben, nicht in den engeren Begriff der thermogeographischen Analysis, der sich an die Einführung der Land- und Wasserbedeckung als Variable knüpft.

λ	A	B	λ	A	B
10 E	+0·25	+0·42	100 E	0·00	0·00
20	+0·65	+0·82	110	—0·18	—0·20
30	—0·08	+0·08	120	+0·01	—0·03
40	—0·80	—0·65	130	+0·44	+0·19
50	—1·24	—1·11	140	+0·46	+0·41
60	—0·10	—0·01	150	+0·38	+0·32
70	—0·06	+0·01	160	—0·08	—0·15
80	+0·21	+0·26	170	—0·14	—0·21
90	0·00	+0·02	180	+0·01	—0·05
100	0·00	0·00	170 W	—0·25	—0·32

Eine geographische Analysis der Jännertemperatur am 75. nördlichen Parallel hat davon auszugehen, daß der starken Einschnürung des subpolaren Festlandsringes oberhalb des Nordpazifik nur eine sehr geringe Kälteminderung in dem darüberliegenden Bogenstücke jenes Parallels entspricht. Dies drängt, sofern man zunächst nur den eurasiatischen Halbkreis betrachtet, zu einer Trennung des negativen Teiles der thermogeographischen Formel in zwei Glieder, in ein Kontinentalglied, welches den erkaltenden Einfluß der Landentwicklung in höheren und mittleren Breiten aufzeigt, und in ein Separationsglied, welches einen von der Breite des subpolaren Festlandsringes unabhängigen Kälteeinfluß der Scheidung des polaren Beckens von den es umgebenden Meeresflächen zum Ausdruck bringt. Der erstere Einfluß hängt von der Landentwicklung in meridionaler Richtung, der letztere von jener in longitudinaler Richtung ab, dieser wächst mit zunehmenden Abständen von der atlantischen Lücke und erreicht so gerade über der als Zufuhrweg lauen Wassers zur Arktis nicht wirksamen Beringstraße einen Höchstwert, wo die Breite des Festlandsringes ein Minimum wird.

Das erstere negative Formelglied ist als Produkt zu werten, da die erkaltende Wirkung von Festland bestimmter Breitenerstreckung mit wachsender Kontinentalität steigt, und zwar in sich verzögerndem Maße. Das letztere Glied läßt sich besser als Summe erkaltender Wirkungen, die von Teilstücken des Umkreises der Arktis ausgehen, betrachten. Man kommt so zunächst zu einem Ausdrucke von der Form

$$t = \vartheta - A\,\Sigma(\alpha_n) - B\,d^e\gamma,$$

in welchem ϑ die Höchsttemperatur, welche auf dem Meridian des betrachteten Punktes beim Mangel erkaltender Einflüsse auftreten würde, bezeichnet, γ die Südwärtserstreckung des Landes auf diesem Meridian, d den Abstand desselben vom mittleren Meridian der Westküste des Kontinents ausdrückt und α ein landbedecktes Bogenstück der Umrandung des Polargebietes ist. A und B sind konstante Faktoren.

γ ist soweit südwärts zu nehmen, als die Breitenerstreckung des Landes für die Höhe der subpolaren winterlichen Antizyklone belangreich erscheint. Es wurde da als Grenze zunächst der 35. Parallel angesetzt und später der 32. in Betracht gezogen. Für den Exponenten c der Größe d kommt zunächst der Wert $\frac{1}{2}$ in Frage. Zur Aufstellung des zweiten negativen Formelgliedes wurde die Kältewirkung eines landbedeckten Zehngradbogens des 70. Parallels (Nordrand des Festlandsringes) der Quadratwurzel seiner mittleren Entfernung von der nächsten Festlandslücke proportional gesetzt und als Gesamterkaltung die Summe der von dem vom Meridian des betrachteten Punktes halbierten Halbkreis ausgehenden Einzelwirkungen angenommen, so daß sich für den Nullmeridian (Mitte der 4 Zehngradbögen breiten atlantischen Lücke) der Wert

$$2 \times (1 + \sqrt{2} \ldots + \sqrt{7}),$$

für den gegenüberstehenden Meridian der Wert

$$2 \times (\sqrt{8} + \sqrt{9} + \ldots \sqrt{16})$$

ergibt.

Während das Kontinentalglied schon für die über einer schmalen Lücke des subpolaren Festlandsringes liegenden Punkte des 75. Parallels $= 0$ wird, sinkt das Separationsglied erst bei Ausweitung einer solchen Lücke auf den halben Kreisumfang (und Reduktion der Landumgürtung auf einen Halbring) für den im Halbierungsmeridian der Lücke gelegenen Punkt auf Null herab. Es entspricht dies dem Umstande, daß das örtliche Maximum der Jännertemperatur über der atlantischen Lücke nur ungefähr der Mittwintertemperatur im reinen Seeklima des 75. Parallels gleichkommt, obschon die Golftrift eine große örtliche Erhöhung über diese Temperatur bedingen muß.

Es möchte sinngemäßer dünken, die früher genannten Einzelwirkungen mit beiderseits vom Mittelmeridian abklingendem Gewicht einzusetzen; dann sollte aber auch die durch die Breitenerstreckung des die Arktis umgürtenden Landes bedingte Erkaltung nicht bloß durch den Wert dieser Größe im Meridian des betrachteten Punktes, sondern durch einen mit Einbezug der Verhältnisse in der beiderseitigen Nachbarschaft gewonnenen Mittelwert Ausdruck finden. Verfeinerungen solcher Art gingen aber auf Kosten der erstrebten

Einfachheit der aufzustellenden Formel. Die durch das oben genannte Verfahren bestimmten Werte von $\Sigma(\alpha_n) = S$ (Separationsglied) und die Werte von $\sqrt{d}.\gamma = K$ (Kontinentalglied), welche bei weitgehender graphischer Ausgleichung der Winkelwerte von γ erzielt wurden — wobei d und γ in Zehngradlängen gemessen sind — enthält, auf eine Dezimale gekürzt, die folgende Tabelle.

λ	S	K	t	t'	$t-t'$
10 E v. Gr.	27·1	0·0	— 8·9	— 9·0	+0·1
20	27·7	0·5	— 9·8	—10·0	+0·2
30	28·6	1·1	—11·0	—11·0	0·0
40	29·9	2·1	—12·8	—13·0	+0·2
50	31·7	4·2	—16·1	—16·0	—0·1
60	33·9	7·4	—20·8	—21·0	+0·2
70	36·6	9·8	—25·0	—25·0	0·0
80	40·5	11·4	—29·0	—29·0	0·0
90	44·5	12·4	—32·5	—32·0	—0·5
100	48·5	12·6	—35·0	—34·5	—0·5
110	52·3	12·0	—36·7	—36·0	—0·7
120	55·1	10·9	—37·2	—37·0	—0·2
130	57·3	10·0	—37·5	—37·5	0·0
140	59·0	8·7	—37·1	—37·0	—0·1
150	60·3	6·4	—35·4	—36·0	+0·6
160	61·3	4·6	—34·2	—34·5	+0·3
170	61·8	3·6	—33·4	—33·5	+0·1
180	62·0	2·9	—32·7	—33·0	+0·3
170 W	61·8	2·5	—32·3	—32·5	+0·2
160	61·3	3·5	—32·9	—33·0	+0·1

Bei dem der Formelaufstellung zugrunde gelegten Gedankengang schloß es sich aus, dem Umstand, daß die Jännertemperaturen auf dem 75. Parallel tief unter dem Gefrierpunkt des Salzwassers liegen, durch Bemessung der Werte von γ bis zu diesem Parallel Rechnung zu tragen, entsprechend der thermischen Wirkungsweise der zwischen ihm und dem Nordufer Eurasiens gelegenen eisbedeckten Meeresflächen wie Kontinentalflächen. Jene tiefen Wintertemperaturen und die durch sie bedingte Meereisbildung sind ja als Folgezustand der Landumgürtung des Polarbeckens aufzuzeigen. Bei Einsatz der aus 20 Bedingungsgleichungen erhaltenen Konstantenwerte erhielt ich als Analysenresultat die Formel

$$t = 7 \cdot 204 - 0 \cdot 595\, S - 1 \cdot 061\, K.$$

Die aus dieser Gleichung sich ergebenden Jännertemperaturen sind in der vorstehenden Tabelle angeführt und mit den beobachteten (t') verglichen.

Die Formel gibt die Beobachtungen mit einem mittlern Fehler von nur $\pm 0 \cdot 22$, einem größten von $+0 \cdot 69$ und einem Verbleib von 70% der Fehler unter $0 \cdot 25$ wieder.

Das positive Formelglied bezeichnet die höchste Erwärmung, welche am betrachteten Punkte beim Fehlen jeder Erkaltung durch benachbartes Land unter dem (dann an den Bestand eines meridional gestreckten Inselzuges von verschwindender Breite geknüpft zu denkenden) Einflusse einer lauen Trift von der Stärke der Golftrift auftreten würde. Zurzeit bedingt diese Trift im Winter in 50° Breite eine Temperaturerhöhung um 7·6°, in 60° Breite eine solche um 8·8° über die ozeanische Durchschnittstemperatur im Südpazifik. Hiernach ergäbe sich (bei sonst gleichen Umständen) bei einer dem Breitensinus entsprechenden Zunahme für den 75. Parallel eine Erhöhung um 10·0° über die Temperatur eines realen Seeklimas in dieser Breite. Eine Höchsttemperatur von 7·2 erwüchse dann aus einer Seeklimatemperatur von —2·8, einem Werte, der innerhalb des für das akryogene Seeklima des Winters am 75. Parallel in Betracht kommenden Spielraumes liegt.

Als mittlere Jahrestemperatur auf diesem Parallel erhält man nach der I. Methode, wenn für Y nach Wiener 1364, nach Meech 163·2 gesetzt wird, —1·2. Die nur für zehnte Breitengrade mitgeteilten Strahlenmengen am Grunde der Atmosphäre kann man für den 75. Parallel zunächst aus den Differenzen gegen die Strahlung an der oberen Grenze der Lufthülle in 70° und 80° interpolieren und findet dann

$$Y = 1364 - \frac{1}{2}(515+501) = 856.$$

Mit diesem Werte erhält man nach der II. Methode genau wie nach der ersten $\log T^4 = 9 \cdot 5457$ (also $t = -1 \cdot 2$), nach der III. Methode $t = -0 \cdot 35$, wogegen die Strahlungsdifferenzrechnung $+2 \cdot 0$ ergibt. Leitet man den Wert von Y für den 75. Parallel aus der Formel

$$(Y_\varphi - Y_{90}) = (Y_0 - Y_{90}) \cos^m \varphi$$

ab, für welche ich durch Ausgleichsrechnung

$$m = 3 \cdot 0812 - 1 \cdot 5690 \cos^{1/2} \varphi$$

fand,[1] so wird $Y = 852$. Bei Einsatz dieser Zahl erwachsen für t in gleicher Reihenfolge die Werte $-1 \cdot 3$, $-0 \cdot 4$ und $+1 \cdot 9$.

Für die ozeanische Jahresamplitude am 75. Parallel liefern die früher mitgeteilten Formeln die Werte 7·0 und 7·2. Die Berechnungsgrenzen der Jännertemperatur in $\varphi = 75°$ im akryogenen Seeklima sind sonach $-1 \cdot 6$ und $-4 \cdot 8$. Zwischen diesen liegt der aus der

[1] Zur Kenntnis der zonalen Wärmeänderung im reinen Land- und Seeklima. Diese Sitzungsber., IIa, 1919. 1. Heft.

Temperaturformel für den 75. Parallel abgeleitete Wert —2·8 ziemlich in der Mitte.

Es zeigt sich somit, daß bei der geographischen Analyse der Wintertemperatur auf einem mittleren arktischen Parallel als thermischer Ausgangspunkt, von dem ab die erwärmenden und erkaltenden Einflüsse zu rechnen sind, eine dem akryogenen Seeklima entsprechende Temperatur zum Vorschein kommt.

Dies scheint die Ableitung dieses Klimas als einer geeigneten Grundlage für palaeoklimatische Untersuchungen zu rechtfertigen.

Das seitliche Abklingen des durch eine laue Trift veranlaßten Wärmeüberschusses über die Temperatur im reinen Seeklima kommt nicht in der Minderung eines variablen positiven Gliedes zum Ausdruck; es erscheint in der Formel durch ein rascheres Wachstum des Separationsgliedes ersetzt, jedoch nur so lange, als der Trifteinfluß durch relativ schmale Lücken in einem subarktischen Festlandsringe erfolgt, ein Sachverhalt, der allerdings auch in der Vorzeit oft bestanden zu haben scheint. Bei meiner vor 12 Jahren angestellten Betrachtung[1] über die thermischen Vorzeitprobleme der Arktis wurde das seitliche Abklingen der Wärmewirkung der Golftrift durch empirische Formeln dargestellt, der erkaltende Landeinfluß aber als konstante Größe betrachtet.

In der Westhälfte des 75. Breitenkreises findet die geographische Temperaturanalyse noch zwei Probleme vor, den thermischen Einfluß der lauen nordpazifischen Trift und den thermischen Einfluß Grönlands. Obschon die Beringstraße klimatisch als Unterbrechung des subarktischen Landringes nicht wirksam wird, zeigen sich in den amerikanischen Längen doch nicht jene tiefen Kältegrade, welche den Quadratwurzeln ihrer über Ost gemessenen Abstände von der Westküste Norwegens entsprächen. Es ist dies die Folge der durch die Kordilleren allerdings geschwächten Wärmewirkung der genannten lauen Trift auf das nordamerikanische Festland. Die aus ihr erwachsende Verringerung des erkaltenden Einflusses dieses Landes im Winter auf den 75. Parallel läßt sich durch eine sprunghafte Minderung des Kontinentalitätsfaktors d auf die Hälfte seines Wertes darstellen. Soweit die Jännertemperaturen auf jenem Parallel durch die im Kontinentalglied vereinten Einflüsse bedingt sind, erscheinen sie so, als würden sie sich auf Meridianen entwickeln, die von der Westküste Norwegens nur halb so weit ostwärts lägen. Durch Ausprobung ergab es sich als das passendste, in 130° W, wo d, fortlaufend von 10° E ab gezählt, den Wert 22 erreicht, die Zählung mit 12 neu zu beginnen. Es entspricht dies einer Rückversetzung auf den Meridian von Jakutzk. Man erhält dann — für

[1] Klimatogenetische Betrachtungen zu W. D. Matthew's Hypothetical outlines of the continents in tertiary times. Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt. 1910, Nr. 12.

$\lambda = 150$ und 140 die frühere Zählung noch beibehaltend — wenn die Werte von γ wiederum eine genügende graphische Ausgleichung erfahren, für die Jännertemperaturen ober dem nearktischen Archipel folgende Reihe:

λ	S	K	t	t'	$t-t'$
150 W	60·3	5·4	—34·4	—34·5	+0·1
140	59·0	6·9	—35·2	—35·5	+0·3
130	57·3	7·6	—35·0	—36·0	+1·0
120	55·1	10·8	—36·7	—36·5	—0·2
110	52·3	12·3	—37·0	—36·5	—0·5
100	48·5	13·6	—36·0	—36·0	0·0
90	44·5	14·4	—34·5	—34·5	0·0
80	40·5	14·4	—32·2	—32·0	—0·2
70	36·6	12·7	—28·1	—29·0	+0·9

Die Durchquerung Grönlands durch den 75. Parallel erheischt die Hinzufügung eines dritten negativen Formelgliedes, welches die erkaltende Wirkung von polwärts gelegenem Land aufzeigt (Spitzbergen und Franz Josephs-Land geben bei ihrer geringen Ausdehnung zu solcher Berücksichtigung noch keinen Anlaß).

Werden für die grönländischen Meridiane in der bisherigen Art das Separations- und Kontinentalglied bestimmt, so ergeben sich als Erkaltung polarer Herkunft die im folgenden unter τ' stehenden Werte. Um sie darzustellen, kann man wieder — wie bei der Analyse der aus dem Süden gebrachten Erkaltung — das Produkt aus der Erstreckung des Landes im Meridian des betrachteten Punktes γ' (ausgeglichene Werte) in eine vom Küstenabstande desselben abhängige Größe nehmen. Als solche wurde bei dem annähernd symmetrischen Bau des grönländischen Kälteherdes die Summe der beiderseits des betrachteten Punktes bis zu einem Abstand von 20° gegebenen Landbedeckungen (b) eingesetzt und mit dem Exponenten $^1/_2$ versehen. Die so aus fünf Bedingungsgleichungen erhaltene Formel

$$\tau = -1 \cdot 633\, p,$$

in welcher $p = \sqrt{b} . \gamma'$, liefert dann folgende Werte:

	λ				
	60	50	40	30	20
τ	12·4	17·8	24·8	21·2	14·4
τ'	12·2	17·2	25·0	21·7	14·2

Für die Jännertemperaturen am 75. Parallel in den Meridianen von Grönland ergibt sich dann folgendes Bild:

λ	S	K	p	t	t'	t—t'
60 W	33·9	2·2	7·6	—27·6	—27·5	—0·1
50	31·7	5·4	10·9	—35·5	—34·5	—1·0
40	29·9	5·0	15·2	—40·8	—41·0	+0·2
30	28·6	3·3	13·0	—34·5	—35·0	+0·5
20	27·7	1·9	8·8	—25·7	—25·5	—0·2

Die Berechtigung dazu, auch die Temperaturen des Jänner auf einem Grönland querenden Parallel als Funktion der Landbedeckung darzustellen, leitet sich davon her, daß sich auf Mohn's Karte die Isothermen dieses Monats in geradezu auffälligem Maße der grönländischen Küste anschmiegen, ja sogar das Gebiet der Erkaltung unter —40° von jenem um den Nordpol getrennt erscheint. Man wird diese angesichts des Umstandes, daß im Winter die Meeresflächen rings um die Nordhälfte Grönlands weithin wie Kontinentalflächen wirken, seltsame Sachlage dahin deuten, daß hier die gewohnte Reduktion der Temperaturen auf den Meeresspiegel — ähnlich wie bei der armenischen Kälteinsel — den thermischen Einfluß der Seehöhe noch nicht ganz zum Verschwinden bringt.

Es ginge wohl nicht, zur Darstellung reduzierter Temperaturen ein Formelglied mit der Vertikalkomponente des thermischen Klimas als Variablen einzuführen. Bei der Vergleichbarkeit Grönlands mit einem flach gewölbten elliptischen Schilde trifft es aber ungefähr zu, daß die Längsachse über die Rückenfläche hinzieht und so eine Gleichung, welche die in jener Achse gelegenen Punkte als die kältesten aufzeigt, gleichsam auch den Einfluß der Seehöhe mit zum Ausdruck bringt.

Palaeoklimatologische Anwendungen.

Entsprechend ihrer Ableitungsart ist die vorhin erhaltene Wärmeformel dazu verwendbar, die Wintertemperaturen in einer wasserbedeckten Arktis bei verschiedenen Land- und Meerverteilungen im subpolaren Gürtel unter der Annahme zu beurteilen, daß stattfindende Wärmezufuhren der durch die Golftrift bedingten analog wären. Zunächst lohnt es sich, die Wärmeverteilung für ein Erdbild zu berechnen, das einen gleich dem heutigen breitgestreckten, aber an mehreren Stellen unterbrochenen subarktischen Festlandsring aufweist. Bei dem Bestande eines solchen erführe die aus der Abgliederung des Polarbeckens erwachsende Erkaltung eine mäßige Abnahme, die durch die meridionale Landentwicklung mitbedingte eine stärkere Einbuße, da auf in W—O-Richtung verkürzten Kontinenten die Kontinentalität eine geringere wäre.

Als Kartengrundlage für die palaeothermale Synthese eignet sich da die von Matthew entworfene Umrißzeichnung der Festländer im Mitteleozän, die — im Gegensatz zu den Darstellungen anderer Palaeogeographen, die für jene Zeit auch nur eine Verbindung des Polarbeckens mit dem Weltmeer annehmen — drei klimatisch wirksame Unterbrechungen der Landumgürtung jenes Beckens ausweist. Eine vierte, der Davisstraße entsprechende Lücke in dieser Umgürtung hätte wohl — obschon sie auf Matthew's Karte eine offene Verbindung mit der Arktis schafft — als Zufuhrstraße lauen Wassers nur wenig Bedeutung erlangt. Sie blieb darum bei der Bestimmung des Separationsgliedes außer Betracht und wurde nur durch Neubeginn der Zählung von d, für das sich für die Jetztzeit in 60° W der Wert 19 ergab, in Rechnung gestellt.

Der besagte Kartenentwurf ist deshalb mehr als andere Entwürfe, die auch ein sich mit drei Toren öffnendes Polarbecken zeigen (Diener, Skythische Stufe; Kossmat, Neokom, u. a.), geeignet, als Grundlage für eine palaeoklimatologische Anwendung der erzielten Formel zu dienen, weil sich auf ihn das konstante Glied dieser Formel besser übertragen läßt. Der thermische Einfluß der atlantischen Lücke kann dem heutigen analog gesetzt werden, da die Umrißlinien des Atlantischen Ozeans, die für diesen Einfluß maßgebend sind, auf Matthew's Karte den heutigen gleichen. Betreffs des indischen Stromes kam ich in meiner Arbeit von 1910 auf Grund einer angestellten Erwägung zur Annahme, daß er eine wenigstens ebenso kräftige Wärmequelle wie der Golfstrom sein konnte. Die pazifische Lücke hätte auch einen ihrer Breite entsprechenden erwärmenden Einfluß ausüben können, da ja der zum Durchtritt durch sie in Betracht gekommene Teil der nordpazifischen Trift — weil von SO herankommend — mit dem rückläufigen kalten Strom nicht, wie jetzt der Golf mit dem Labrador, unter rechtem Winkel zusammenstieß.

Auch der Umstand, daß bei der geplanten Temperatursynthese das dritte negative Formelglied nur mit seinen heutigen Werten einzutreten braucht, ist günstig, weil dasselbe — den Besonderheiten der Nordhälfte Grönlands angepaßt — zur Darstellung des erkaltenden Einflusses von anders gestaltetem, über den 75. Parallel hinaufreichendem Land nicht gut geeignet scheint.

Die folgende Tabelle bringt das Resultat der Temperatursynthese für die in Rede stehende Rekonstruktion. S und K haben dieselbe Bedeutung wie früher, für $\lambda = 60$—20° W kommen als Variable noch die früher angeführten Werte von p hinzu. t_c ist — im Rahmen der Anwendbarkeit der erzielten Formel — die der besagten Rekonstruktion entsprechende (morphogene) Jännertemperatur am 75. Parallel. $t_c - t'$ ist die durchaus positive Differenz gegen die Jetztzeittemperatur (ausgeglichene Werte nach Mohn), die hier nochmals anzuführen erspart wurde. a ist die Abweichung der t_c vom Mittelwert, welcher sich zu $-13 \cdot 45$ bestimmt. Für t_c auf $\lambda = 10$ W wurde ein ausgeglichener Wert eingesetzt.

λ	S	K	t_c'	$t_c - t'$	a	
0	19·3	0	— 4·3	+ 6·7	+ 9·2	Ostgrönland-meer
10 E	18·1	1·6	— 5·2	+ 3·8	+ 8·3	
20	17·4	2·8	— 6·1	+ 3·9	+ 7·4	Palaearktis (Nordeuropa)
30	17·1	3·1	— 6·3	+ 4·7	+ 7·2	
40	17·4	2·8	— 6·1	+ 6·9	+ 7·4	
50	17·9	4·5	— 8·2	+ 7·8	+ 5·3	
60	18·4	0	— 3·8	+17·2	+ 9·7	Obisches Meer
70	19·2	0	— 4·2	+20·8	+ 9·3	
80	20·6	3·1	— 7·5	+21·5	+ 6·0	Angaraland (Nordasien)
90	21·6	5·4	—11·3	+20·7	+ 2·2	
100	21·6	7·3	—13·4	+21·1	+ 0·1	
110	20·6	8·4	—13·2	+22·8	+ 0·3	
120	20·2	7·8	—13·1	+23·9	+ 0·4	
130	20·2	5·1	—10·3	+27·2	+ 3·2	
140	20·9	4·0	— 9·5	+27·5	+ 4·0	
150	22·9	3·1	— 9·7	+26·3	+ 3·8	
160	25·1	2·4	—10·3	+24·2	+ 3·2	
170	27·6	2·8	—12·2	+21·3	+ 1·3	
180	29·2	1·0	—11·3	+21·7	+ 2·2	
170 W	30·5	0	—10·9	+21·6	+ 2·6	Beringsstraße
160	31·2	0	—11·4	+21·6	+ 2·1	
150	31·4	0·8	—12·3	+22·2	+ 1·2	Nearktis (Nordamerika)
140	31·2	1·6	—13·0	+22·5	+ 0·5	
130	30·7	2·4	—13·6	+22·4	— 0·1	
120	30·1	4·6	—15·6	+20·9	— 2·1	
110	29·4	8·3	—19·0	+17·5	— 5·5	
100	27·9	8·8	—18·8	+17·2	— 5·3	
90	26·9	8·7	—18·1	+16·4	— 4·6	
80	26·9	9·3	—18·7	+13·3	— 5·2	
70	27·9	8·7	—18·6	+10·4	— 5·1	Baffinsbai
60	28·4	0·5	—22·6	+ 4·9	— 9·1	
50	28·4	1·7	—28·3	+ 6·2	—14·8	Grönland
40	27·6	1·9	—36·1	+ 4·9	—22·6	
30	25·6	1·4	—30·8	+ 4·2	—17·3	
20	23·4	0·9	—22·1	+ 3·4	— 8·6	
10	21·0	0	— 8·9	+ 8·6	+ 4·6	

Der Höchstbetrag winterlicher Wärmesteigerung, welcher den Schnittpunkten des 75. Parallels mit den Meridianen Ostsibiriens aus der Zerschneidung Eurasiens durch eine breite Wasserstraße (Obisches Meer) erwüchse, stellt sich auf 27°. Der Wärmezuwachs über der atlantischen Lücke wäre aber nur 5°. Da auch die Temperaturen in Grönland bei Matthew's Erdbild nur um ebensoviel über den heutigen stünden, hebt sich das vom Nullmeridian halbierte Umfangdrittel mit einer durchschnittlichen Temperaturzunahme von 5·5 von den zwei anderen Dritteln mit einer mittleren Zunahme von 20·9 scharf ab. Für das Bogenstück von 120 E bis 120 W ergibt sich eine Zunahme von 23·5. Diese Umstände müßte man bei Annahme einer Polverschiebung gegen das Beringsmeer hin bedenken. Durch einen Verschub, dem eine zonale Wärmeänderung von 9° entspräche, würden auf der atlantischen und pazifischen Seite erst gleiche Wärmeunterschiede gegen die Jetztzeit erklärt (noch keine größeren auf ersterer Seite).

Von Kartenentwürfen für Abschnitte der mesozoischen Zeit wurde Uhlig's Weltkarte des Malm zu einer palaeoklimatologischen Anwendung der gewonnenen Formel benutzt. Sie zeigt auch vier Lücken im subarktischen Festlandsring, von denen aber — rein geographisch betrachtet — nur zwei, die alaskische und russische Lücke, als Zufahrtswege lauen Wassers in Betracht kämen, die anderen zwei, die Shetland- und die Janastraße, aber nur zur Rückleitung polarer Wässer dienen könnten. Längs der Westküste der Nordatlantis des Oberjura hätte ein bedeutender Teil der pazifischen Westtrift seinen Weg in das Polarmeer gefunden, wobei für diese Trift die Janastraße eine ähnliche Bedeutung gehabt hätte wie die Davisstraße für die Golftrift. Bei dem Versuche, die Bedeutung des Russischen Meeres für die Thermik des oberjurassischen Nordpolarbeckens rein ozeanologisch zu erwägen, kann man davon ausgehen, daß die Thetis von einer W—O-Trift durchflossen sein mußte, die — soweit sie nicht an der Westküste Angariens gegen SO abbog — unter dem Einfluß einer ständigen Winterzyklone über dem Wolgabecken polwärts abgelenkt wurde.

Es fällt aber schwer, Quellen des Ersatzes für dieses nordwärts entführte Wasser zu finden. Zur Speisung der Trift eines zentralen Mittelmeeres von den indischen Gewässern her wären die Bedingungen viel weniger günstig gewesen als im vorbetrachteten Fall. Es fehlte aber auch im Westen ganz an Platz zur Entwicklung einer Passattrift, die an der Vorderseite eines subtropischen Hochs sich umwendend, in die Thetistrift einbiegen konnte. Aber auch die Annahme, daß der rückläufige Ast der pazifischen Westtrift zum Ersatze herangeführt wurde, ist kaum zu machen, da der nordatlantische Kontinent zu weit äquatorwärts vorspringt, als daß sich — selbst im Nordwinter — um seine Südküste herum noch eine kraftvolle W—O-Strömung entwickeln könnte. So möchte es scheinen, daß dem Nordpolarbecken im Oberjura auf dem Wege des Russischen Meeres überhaupt keine reichliche Wasserzufuhr

zuteil wurde. Konnte doch auch durch die enge Shetlandstraße nur wenig Wasser aus dem ober Skandinavien gelegenen Teile des Polarbeckens zurückfließen.

Das Gesagte gilt aber nur für das den Ideenkreisen Neumayr's und Uhlig's u. a. angepaßte Kartenbild. Nimmt man, wie dies Diener schon für die Trias tut, auch für den Jura den Bestand eines tropischen Atlantischen Ozeans an, so hätte die Passattrift desselben selbst beim Fehlen der mittelamerikanischen Schranke nicht ganz in die Südsee übertreten müssen und sich zum Teil an der Vorderseite eines subtropischen Antizyklons nach NO wenden können. Sofern dann die in die Südsee entführten Wässer durch aus den indischen und äthiopischen Meeren aspirierte Ersatz fanden, konnte durch das Russische Meer eine der Golftrift an Stärke vergleichbare Strömung in das Polarmeer gelangen.

Die thermische Wirkung der fast ganz dem Rückstrom polarer Wässer dienenden Lücken im Festlandsring wurde durch Neubeginn der Zählung von d mit der Hälfte des schon erreichten Wertes darzustellen versucht. So wurde der Kontinentalitätsfaktor, am Ostrande des Westangaralandes (Janastraße) den Wert $\sqrt{8}$ erreichend, durch Ostangarien von 2 ab weitergezählt. Den erkaltenden Einfluß des in den grönländischen Meridianen über den 75. Parallel hinaufreichenden Teiles der jurassischen Nearktis glaubte ich als geringer einschätzen zu sollen als den des tertiären und heutigen Grönlands und nahm die für letzteres gefundenen Werte (auf 12, 18 und 24 abgerundet) mit dem Exponenten $^2/_3$ versehen (bei Westverschiebung um 10°).

Das so gewonnene Wärmebild weicht von dem früher erhaltenen sehr ab. Während man für die eozäne Karte außerhalb des europäischen Kreisviertels durchwegs Temperaturen unter dem Gefrierpunkt bewegten Meerwassers erhält (wobei deren aber doch hoher Stand über den kontinentalen Wintertemperaturen des nicht realen Seeklimas durch die Nachbarschaft offener Meeresflächen in den peripheren Teilen der Arktis zu erklären ist), ergeben sich für Uhlig's Jurakarte in $\varphi = 75$ N Lufttemperaturen, bei denen abzüglich eines beschränkten Gebietes ober Sibirien bei vorwiegender Wasserbedeckung der südlichen Nachbarschaft ein Offenbleiben des Meeres im Winter möglich wäre. Am wärmsten Meridian wird fast der Gefrierpunkt des Süßwassers erreicht. Als Mitteltemperatur erhält man —7·55. Während sich im eozänen Bilde eine Verkürzung des heutigen Abstandes der mittleren Parallelkreistemperatur vom Nullpunkt (—29·25) auf die Hälfte zeigt, schrumpft dieser Abstand für den Oberjura auf ein Viertel ein. Inwieweit die nach Abzug des morphogenen Wärmeunterschiedes gegen die Jetztzeit noch verbleibende allogene Temperaturdifferenz als eine biologisch bedingte oder als eine solarklimatische zu deuten sei, fällt nicht in den Rahmen dieser Betrachtung. Daß sich die durch die pazifische Westtrift bedingte Erwärmung zur Linken der breiten alaskischen

Lücke am meisten zeigt, entspricht einer tiefen Winterzyklone im Nordpazifik, durch die jene Trift gegen NW abgelenkt würde, um dann an der Ostküste Angariens rückläufig zu werden.

Von den in den tieferen Lagen durch *Ginkgo digitata*, in den höheren durch *Elatides curvifolia* gekennzeichneten und auf ein ähnliches Klima weisenden arktischen Portlandschichten liegen die auf Spitzbergen und die auf der Kesselinsel (Neu-Sibirien) nahe dem 75. Parallel. Für diesen gibt die Tabelle im Mittel aus 10 und 20° E —5·6, im Mittel aus 140 und 150° E —5·3. Dies spricht gegen eine Polverschiebung, denn bei einer solchen könnte sich für die genannten Inselgruppen, da diese um ein Drittel des Erdumfanges getrennt sind, die allogene Temperaturdifferenz nicht als gleich groß ergeben. Es stimmt das zu einem Befunde in den mittleren Breiten. Nachdem die durch Burckhardt angeregte Bewegung gegen Neumayr's Klimazonen wieder abgeflaut war, meinte Uhlig, »daß wir den Unterschied zwischen der borealen und der äquatorialen Fauna des Oberjura tatsächlich klimatischen Einflüssen zuzuschreiben haben«.[1] (Nur Neumayr's gemäßigter Gürtel wurde auf Uhlig's Karte als neritische Randzone eingeführt.)

Die Südgrenze des borealen Reiches zeigt nun Breitenunterschiede, die sich natürlicher durch geographisch als durch solarklimatisch bedingte Temperaturdifferenzen erklären. Der niedrige Stand dieser Grenze an der Westküste der Nordatlantis fällt in den Bereich der kühlen rückläufigen pazifischen Westtrift (Analogon zum kalifornischen Strome), ihr mittlerer Stand an der Ostküste des West-Angaralandes entspricht einer Mischung erkaltender und erwärmender Einflüsse (Analoga des Oyaschio und Kuroschio); im südrussischen Meere, wo die besagte Grenze polwärts zurückweicht, ist eine in breiter Front aufsteigende laue Strömung anzunehmen. Die vorhin erzielten Rechnungsergebnisse regen noch zu folgender Betrachtung an.

Oberhalb schmaler, aber bis in ein Polarmeer vorspringender Festländer, die lauen Triften als Führung in dieses Meer dienen könnten, möchte sich im Höchstfalle eine Wintertemperatur von etwa 6° entwickeln, da eine südlich benachbarte Landzunge den (für 75° gefundenen) ozeanischen Grenzwert von 7·2 etwas herabdrücken müßte, und eine Amplitude von etwa 8 bis 9° einstellen, da jene Landzunge die ozeanische Amplitude von 7° etwas erhöhen würde. Es wäre das die auf Inseln und an Küsten im südlichen Westtriftgürtel gegebene thermische Sachlage. Bei dieser würden sich auch die hydrometeorischen Verhältnisse dieses Gürtels und des subpolaren Zyklonengebietes bis über den Polarkreis hinauf erstrecken. Man hätte dann jenes Klima, das bei Bietung der Wachstumsmöglichkeit für eine Pflanzenwelt von tropischer Üppigkeit

[1] Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitteilungen der Geolog. Gesellschaft in Wien. III, 1911, p. 442.

λ	S	K	t_m	$t_m - t'$	a	
0	16·5	1·3	— 3·9	+ 7·1	+ 3·7	Shetland-Straße
10 E	16·2	2·8	— 5·3	+ 3·7	+ 2·3	
20	15·4	3·9	— 5·9	+ 4·1	+ 1·7	Skandinavien und Finnland
30	14·4	4·5	— 5·8	+ 5·2	+ 1·8	
40	12·7	2·0	— 2·4	+10·6	+ 5·2	
50	13·3	0	— 0·7	+15·3	+ 6·9	Russisches Meer
60	13·7	0	— 0·9	+20·1	+ 6·7	
70	15·4	2·3	— 4·4	+20·6	+ 3·2	Westangaraland (Westsibirien und Zentralasien)
80	17·2	4·2	— 7·5	+21·5	+ 0·1	
90	17·6	6·1	— 9·7	+22·3	— 2·1	
100	18·6	8·0	—12·3	+22·2	— 4·7	
110	18·6	7·8	—12·1	+23·9	— 4·5	
120	17·6	7·4	—11·0	+26·0	— 3·4	
130	16·6	6·1	— 9·1	+28·4	— 1·5	Jana-Straße
140	16·6	1·6	— 4·4	+32·6	+ 3·2	Ostangaraland (Östlichstes Asien)
150	16·6	3·4	— 6·2	+29·8	+ 1·4	
160	16·6	3·7	— 6·6	+27·9	+ 1·0	
170	16·6	1·9	— 4·6	+28·9	+ 3·0	
180	16·6	0·9	— 3·6	+29·4	+ 4·0	
170 W	16·9	0	— 2·8	+29·7	+ 4·8	
160	17·7	0	— 3·3	+29·7	+ 4·3	Bering-Meer
150	18·7	0	— 3·9	+30·6	+ 3·7	
140	20·4	0	— 4·9	+30·6	+ 2·7	
130	20·8	0	— 5·2	+30·8	+ 2·4	
120	20·4	0	— 4·9	+31·6	+ 2·7	Nordatlantis (Östliches Nordamerika, Grönland und nördlichster Atlantischer Ozean)
110	18·7	1·7	— 5·7	+30·8	+ 1·9	
100	16·9	5·1	— 8·3	+27·7	— 0·7	
90	15·5	6·4	— 8·8	+25·7	— 1·2	
80	14·5	7·8	— 9·7	+22·3	— 2·1	
70	14·5	8·9	—16·2	+12·8	— 8·6	
60	15·5	8·6	—18·0	+ 9·5	—10·4	
50	16·5	7·9	—19·3	+15·2	—11·7	
40	16·5	7·1	—17·0	+24·0	— 9·4	
30	16·5	6·9	—15·2	+19·8	— 7·6	
20	16·5	4·1	— 7·0	+18·5	+ 0·6	
10	16·5	2·7	— 5·4	+12·1	+ 2·2	

(Darwin verglich diesbezüglich Chiloe mit Brasilien) und teilweise tropenähnlicher Tracht (Baumfarne, Bambusen, Epiphyten, Lianen) dem Gedeihen von Gletschern günstig ist. Mit der Auffassung der palaeo- und älteren mesozoischen Polarfloren als Zeugen eines Klimas, das den Bestand von Gletschern im Innern gebirgiger Inseln nicht ausschlösse, würden die geologischen Probleme der Arktis etwas von ihrer Rätselhaftigkeit einbüßen. Das milde Polarklima früherer Zeiten erschiene dann als dasselbe Klima wie jenes, welches für die Randgebiete der palaeozoischen Gletschergebiete erwägbar ist.[1]

Das ozeanische Klima der mittleren Breiten wäre so zeitweise bis über den Polarkreis hinaufgerückt, zeitweise bis über den Wendekreis vorgedrungen, aus den hohen Breiten durch sehr kaltes Klima verdrängt.

An den Rändern der palaeozoischen Eisherde konnten sich beim Bestande hoher Küstengebirge bis ans Meer reichende Gletscher entwickeln. Für Polargebiete der Vorzeit mit mildem ozeanischem Klima wären Inselgebirge von geringerer Höhe erwägbar, in deren Mulden Gletscher entstanden, die nur bis in die Täler gelangten, denn bis ans Meer vorstoßende Gletscher hätten ja das akryogene Seeklima vernichtet.

Das Klima, in welchem die Pflanzen der Atane- und Patootschichten und die Tertiärpflanzen der Arktis gediehen, ließe sich aus dem vorigen durch größere Landentwicklung ableiten, da jene Pflanzen zu ihrem Wachstum eine höhere Sommerwärme als 15° erheischten, aber auch eine niedrigere Wintertemperatur als 6° ertrugen.

Gletscher hätten in einem solchen Klima nicht bestehen können und sich auf die Gebirgshöhen beschränkt. Dagegen wären winterliche Schneefälle möglich gewesen und außer den Magnolien und Tulpenbäumen hätten wohl auch die Dicksonien solche ertragen, da nach Gregory *Dicksonia antarctica* auf den Snowy Plains Victorias manchmal 4 bis 5 Monate lang von Schnee umhüllt bleibt.

Die subpolare Landbedeckung müßte aber um vieles geringer sein als sie sich auf den meisten palaeogeographischen Kartenentwürfen zeigt. Die wenigsten dieser Entwürfe, unter ihnen Neumayr's Jurakarte, lassen eine solche Vorherrschaft des Meeres im subpolaren Gürtel erkennen, wie sie ein mildes, ozeanisches Klima an meistbegünstigten Stellen des Polargebietes als Vorbedingung verlangt.

Zwischen den zwei Hauptproblemen der Altklimakunde, dem milden Polar- und kühlen Tropenklima, zeigt sich so eine Analogie.

---

[1] Siehe meine Arbeit: Untersuchungen über die morphogene Klimakomponente der permischen Eiszeit Indiens. Diese Sitzungsber., 1917, 2. u. 3. Heft.

Beide[1] lassen sich im Gegensatz zu wiederholt geäußerten, meist nur kritiklos nachgesprochenen, aber nie bewiesenen Ansichten als Wirkungen extrem günstiger geographischer Bedingungen aufzeigen; für beide gilt aber, daß — soweit es sich um bestimmte Fälle handelt — jene extremen Bedingungen nicht erfüllt gewesen zu sein scheinen.

So möchte sich für diese Fälle eine Heranziehung hypothetischer Klimafaktoren als nötig erweisen, sofern nicht an den Linienziehungen der Palaeogeographen noch eine wesentliche Änderung in Erwägung kommen kann.

---

[1] Das letztere Problem ist in meiner Arbeit: »Klimatologische Prüfung der Beweiskraft geologischer Zeugen für tropische Vereisungen« rechnerisch untersucht. Diese Sitzungsber., 1918, 8. u. 9. Heft.



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Beziehungen zwischen Talnetz und Gebirgsbau in Steiermark

Von

Josef Stiny in Bruck a. d. Mur

(Mit 8 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1922)

In einer kleinen Arbeit über das Tertiär der Waldheimat[1] habe ich auf den Einfluß hinzuweisen versucht, den Störungen im Gebirgsbau zuweilen auf die Ausbildung des Entwässerungsnetzes ausüben. Zweck der nachstehenden Zeilen ist es, das damals nur ganz kurz erwähnte Beispiel des Talnetzes der Waldheimat etwas ausführlicher zu schildern und gleichzeitig den Beobachtungskreis zu erweitern.

Bei allen Betrachtungen über die Entwicklung der Täler in den Alpen muß man von der Tatsache ausgehen, daß in vormiozäner Zeit die Hauptentwässerungsrichtung des größten Teiles der Alpen nordsüdlich, beziehungsweise südnördlich verlief; darauf deuten die Fremdgeschiebe der Gosauablagerungen hin und dafür sprechen auch die zahlreichen Fundpunkte von tertiären Schottern und Augensteinen[2] auf den Hochflächen unserer Kalkalpen; ein weiterer Beweis liegt in der von Krašan[3] beobachteten Kalkarmut der tertiären Ablagerungen von Aflenz trotz der Nähe der Kalkalpen. Nach dem Abklingen der letzten großen Auffaltung der Alpen und den mit ihr Hand in Hand gehenden Überschiebungen, treten im Bilde des Aufbaues der Alpen immer schärfer Bewegungen in annähernd lotrechter Richtung hervor; sie führten zum Einbruche der inneralpinen Wiener und der ersten Anlage der Grazer Bucht, hoben aber auch im Innern der Alpen gar manchen Berggürtel

---

[1] Stiny J., Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen. Zentralblatt für Mineralogie, 1922, Nr. 2, p. 49 bis 57.

[2] Götzinger G., Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitteil. d. geograph. Gesellsch. in Wien, 1913, p. 39 ff.

[3] Krašan Fr., Das Tertiärbecken von Aflenz. Mitteil. naturw. Ver. f. Steiermark, 1896, p. 51 ff.

über seine Umgebung empor oder drückten einen anderen in die Tiefe; zahlreiche Senkungsfelder, die bereits Gemeingut des Schrifttumes[1] geworden sind, wie z. B. das innerkärntnerische, jenes von Judenburg—Knittelfeld, von Kapfenberg—St. Marein im Mürztale, von Krieglach—Langenwang usw. sind auf diese Weise entstanden. Die Alpen, welche vor dem Beginne des Miozän im großen und ganzen den Anblick eines Mittelgebirges geboten haben mochten, mit sanften Abhängen und von flachen Kuppen überragten Tälern, in welchen große Flüsse mit geringem, der Zerkleinerung und völligen Rundung der Geschiebe günstigem Gefälle ihre Bogen zogen, tauchten immer stärker aus ihrer Meerumrahmung auf; die Hebungen und örtlichen Senkungen belebten, das Gefälle steigernd, die Schurfkraft der Gewässer, welche ungeheure Schuttmengen während des Restes der Tertiärzeit ins Vorland hinaussandten, dabei im Alpeninnern die gewaltigen Hohlformen von Tälern schaffend, die ihren Ausmaßen und ihrer Gestalt nach, gewiß in vielen Fällen auch ihrer Anlage nach als neue zu bezeichnen sind. Konnten noch im Miozän im Innern der Alpen weite Gebiete mit Seen, Mooren und Süßwasserablagerungen bedeckt sein, wie sie uns in winzigen Resten in Senkungsfeldern und Grabenbrüchen erhalten geblieben sind, so werden nunmehr die Bedingungen für die Ablagerung von Schuttmassen im Innern der Alpen immer ungünstiger; die Geschiebe wandern zum weitaus überwiegenden Teile in die tiefliegenden, aufnahmsfähigen Randgebiete hinaus, während wir weiter drinnen im Gebirge Ablagerungen sicher nachmiozänen Alters ziemlich selten oder nur in spärlichen Resten vorfinden. Die Alpen stehen im Pliozän im Zeichen eines beispiellosen Abtrages, demgegenüber die eiszeitliche Ausräumung nur ein Kinderspiel gewesen zu sein scheint. Diese einschneidenden Veränderungen der Höhenlage einzelner Streifen der Alpenmittelgebirgskette während ihres Emporwachsens zum Hochgebirge mußten aber auch weittragende Folgen für die Entwässerung der Gebiete nach sich ziehen. Hierfür sollen im nachstehenden einige Belege beigebracht werden.

Betrachtet man eine Karte der Waldheimat näher, so fallen vor allem die fast rechtwinkeligen Umbiegungen auf, welche der Treibachgraben, der Fressnitzgraben, der Gschwendenerbach, Gschwendtbach u. a. erleiden. Die geologische Aufnahme des Gebietes hat gezeigt, daß das Tertiär der Waldheimat einem grabenbruchähnlichen Senkungsstreifen seine Erhaltung verdankt, und daß diese Tiefenfurche, welche in auffälliger Weise der langgestreckten Senke von Krieglach—Langenwang gleichläuft, von einigen weiteren Zerrüttungsstreifen und Absenkungsgürteln begleitet wird; so zieht beispielsweise aus dem obersten Fressnitzgraben über den 1126 *m* hohen Sattel des Piesleranger und den Hirschbachmittellauf eine von Quetschzonen und Gesteinszermürbungen begleitete Niederung

---

[1] Diener C., Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes, Wien 1903.

gegen St. Kathrein am Hauenstein, eine zweite streicht vom Graneckbachunterlaufe in den Allitschgraben. Die Absenkung des mittleren Grabenbruches mochte 360 bis 400 *m*, jene der beiden anderen weit weniger betragen haben. Die Entwässerung des Teufelsteingebietes erfolgte sicherlich früher in nordsüdlicher Richtung; der Teschengraben, heute ein Nebenbach des Fressnitzbaches, beherrschte den heutigen Fressnitzgrabenunterlauf, während der Wallenbach, über den Sattel des Höllkögerls (1045 *m*) fließend, in dem dermaligen Unterlaufe des Treibachgrabens seine Fortsetzung



----- Umgrenzung der Senkungsfelder und Zerrüttungsstreifen. ...... Tertiär.

Fig. 1

fand. Die gewaltige Absenkung beim heutigen Krieglach — nach Petraschek[1] etwa im Ausmaße von 700 *m* — belebte die Schurfkraft des Teschengrabenunterlaufes derart, daß auch sein stärkster östlicher Nebenbach, durch Gesteinszerrüttung begünstigt, die Kraft gewann, rückwärtseinschneidend den Wallenbach anzuzapfen und so die heutige Fressnitz zu schaffen; noch jetzt stellt der Fressnitzgraben unterhalb der »Waldschule« auf etwa 2 *km* Länge eine enge, wilde Schlucht dar, welche die Wässer schäumend und über Schnellen stürzend durcheilen; oberhalb der Felsklamm jedoch erweitert sich das Tal merklich und der Bach fließt ruhig durch Wiesengelände dahin. Wie groß die Einsägekraft des Teschengrabenseitenastes war, zeigt die ganz gegen den Graneckbach zu verschobene Wasserscheide; daß für die Anlage der Tiefenfurche

[1] Petraschek W., Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrande. Jahrb. der geolog. Staatsanstalt, 1920, p. 256 ff.

Graneckbach—Allitschgraben nicht das im allgemeinen nordöstliche Schichtstreichen allein maßgebend war, sondern die Ausbildung eines allerdings nur wenig ausgeprägten Zerrüttungsstreifens, beweist die auf der Südseite, gegen den Hauptkamm des Gebirges zu geringere Breite des Allitschbacheinzugsgebietes. Von Schollenbewegungen beeinflußt war gewiß auch die mittelpunktsuchende Entwässerung des obersten Fressnitzgebietes.

Besonders deutlich kommt aber die zusammenfassende und wassersammelnde Kraft von Senkungsstreifen und Senkungsfeldern längs der Waldheimatlinie zur Äußerung, wie schon ein flüchtiger Blick auf Fig. 1 lehrt. Die Talstücke, welche sich an die sanft geneigten Laufstrecken innerhalb der Tertiärgebilde gegen abwärts zu anschließen, tragen alle Kennzeichen von Klammen; so beim Hirschbache zwischen dem Heidenwalde und dem Eggkogel, beim Kohlbache und beim Gschwendenerbache; sehr hübsch entwickelt ist auch die Klamm des Niessnitz-, beziehungsweise Kogelbaches. Eine weitere Felsenge mit zahlreichen kleinen Wasserfällen und Bachschnellen durchmißt der Hirschbach kurz vor seiner Einmündung in die Feistritz, nachdem er gemächlichen Laufes den — in der Karte nicht angedeuteten — Zerrüttungsstreifen seines Mittellaufes durchmessen hat. St. Kathrein wird auf diese Weise zu einem auffallenden, aus der Gesteinsbeschaffenheit heraus nicht erklärbaren und nur mit Gebirgsbewegungen zu begründenden Mittelpunkte eines Entwässerungsnetzes von eigenartig quergestreckter Form.

Südöstlich der flachen, an die brotlaibähnlichen Formen des Böhmerwaldes erinnernden Kuppe des Teufelsteins zieht, gleichgerichtet mit dem Mürztale, eine Störungslinie aus der Gegend von Fischbach bis etwa an die Örtlichkeit »am Sand« nördlich von Falkenstein. Mit den sie begleitenden Verwerfungslinien bildet sie eine Art kleinen Senkungsfeldes (Abb. 2), dessen Einhänge nach allen Seiten steil aufsteigen und besonders am Teufelstein einen auffälligen Gegensatz schaffen zu den sanften Formen der Bergeshöhen und -rücken. Zwischen Fischbach und dem Weiler Dissau streben die Wasserrinnen einem sie vereinigenden Grunde zu, dessen Sohle weithin verhältnismäßig breit entwickelt ist; nach dem Austritte aus dem Senkungsfelde aber durchmißt der Dissauerbach ein enges, steilwandiges Felstal, bevor er seinen Aufnehmer, die Feistritz, erreicht. Bezeichnenderweise haben sich in der Dissauer Senkungsgrube Kalke und Dolomite der Semmeringentwicklung erhalten, welche sonst kilometerweit im Umkreise fehlen; ob Tertiär in der Furche überliefert worden ist, werden weitere Untersuchungen zeigen.

Mit der Mürzlinie gleichgerichtet ist auch die Achse des Senkungsfeldes von Passail, von der bereits Krebs[1] Beziehungen zum auffällig hervorragenden Horste des Hochlantschstockes erwähnt. Wenn aber Krebs (a. a. O.) die Bemerkung einflicht, das Passailer Becken sei vom rinnenden Wasser ausgewaschen worden, so irrt er;

[1] Krebs N., Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913.

die Gesteine seines Untergrundes haben die Ausnagung begünstigt, die Form der Wanne aber liegt im Gebirgsbau begründet. Ihre — wenn auch vielleicht nicht ununterbrochene — Fortsetzung scheint die Passailer Verwurfslinienanhäufung in der Gegend von Birkfeld zu finden, aus der bereits Aigner[1] einige Tertiärfetzen geschildert hat, die Kohlenschmitze führen. Ob das mit Tertiär erfüllte Passailer Senkungsfeld (Fig. 3), das mit der Mur—Mürzlinie und dem allgemeinen Abbruche des Nordostspornes der Alpen gegen die steirische Bucht annähernd gleichläuft, auch entfernte Beziehungen besitzt zur gleichgerichteten Vererzungszone Stübing—Übelbach—Rabenstein—Arzberg—Haufenreit, vermag ich nicht zu bejahen, hielte es aber wohl für möglich. Früher mochte die Entwässerung der Umgebung des jetzigen Passail durch mehrere nordsüdlich

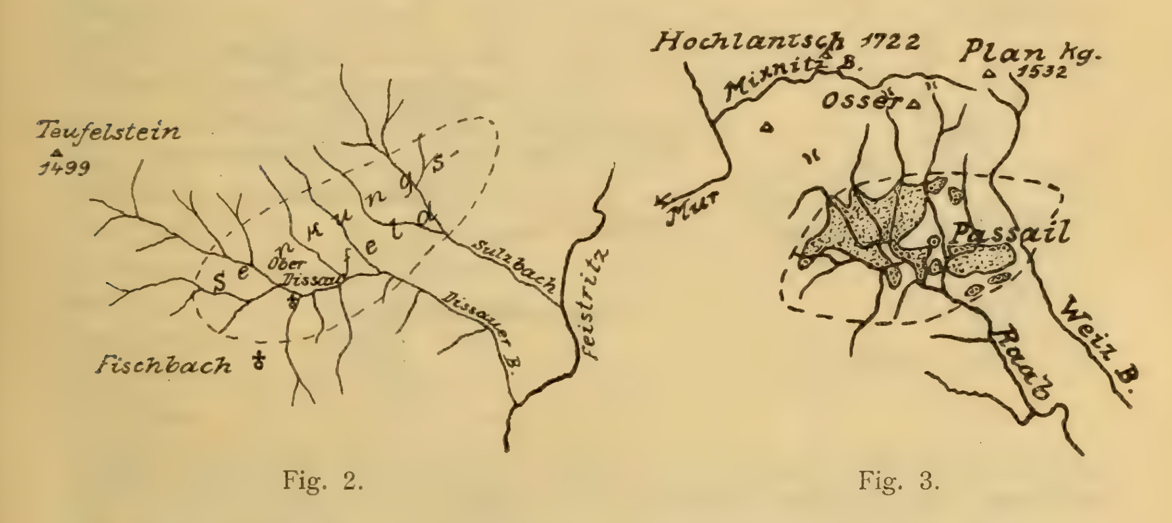


Fig. 2. Fig. 3.

ziehende Bäche erfolgt sein, denen außer den heutigen Tiefenfurchen noch die Übergänge des Schöckelkreuz (1126 *m*) und des Wachthaussattels (955 *m*) zur Verfügung standen. Dermalen sammelt, begünstigt durch die Herausbildung des Senkungsfeldes, die Raab fast alle Wässer der Mulde und nur ein kleiner Teil der östlichen Hälfte des Einbruchsfeldes wird durch den Weizbach gesondert entwässert. Den breiten, teilweise versumpften Talböden im Innern der Wanne von Passail entspricht auch hier wieder eine klammartige Fortsetzung gegen Süden, wo die Schurfkraft durch die Einbrüche der steirischen Bucht lebhaft gesteigert worden ist, aber rückschreitend noch nicht bis zum Senkungsfeld selbst vordringen konnte; unter dem Namen Raabklamm und Weizklamm locken diese wilden Felsschluchten alljährlich viele Bergwanderer ins Tal. Die tektonische Anlage des Entwässerungsnetzes der Wanne von Passail hat aber noch eine andere beachtenswerte Erscheinung im Gefolge, die unmittelbar mit der Tieferlegung des Schurfkraftausgangspunktes zusammenhängt. Zwei Quellbäche, die Raab und

[1] Aigner A., Geomorphologische Studien über die Alpen am Rande der Grazer Bucht. Jahrb. R. A., Wien 1917.

der Toberbach haben ihre obersten Einzugstrichter bereits tief in die Hochlantschmasse zurückgeschoben und drohen den Mixnitzbach anzuzapfen und dem Flußgebiete der Raab untertan zu machen; beim Angerwirt trennt ein kaum 15 *m* hoher Sattel die Flußgebiete von Mur und Raab und auch der Sattel des sogenannten Schwabbauerneck (1251) überragt um kaum 20 *m* die Sohle des Hochtales der Teichalpe unweit des »Holzmeister«.

Durch Verwerfungen bedingt ist auch die erste Anlage des eigenartigen Kessels von Rein (Fig. 4) mit seiner streng einheitlichen Entwässerung gegen das Murtal bei Gratwein. Diesmal sind es Störungen, welche hauptsächlich nordsüdlich streichen, eine der

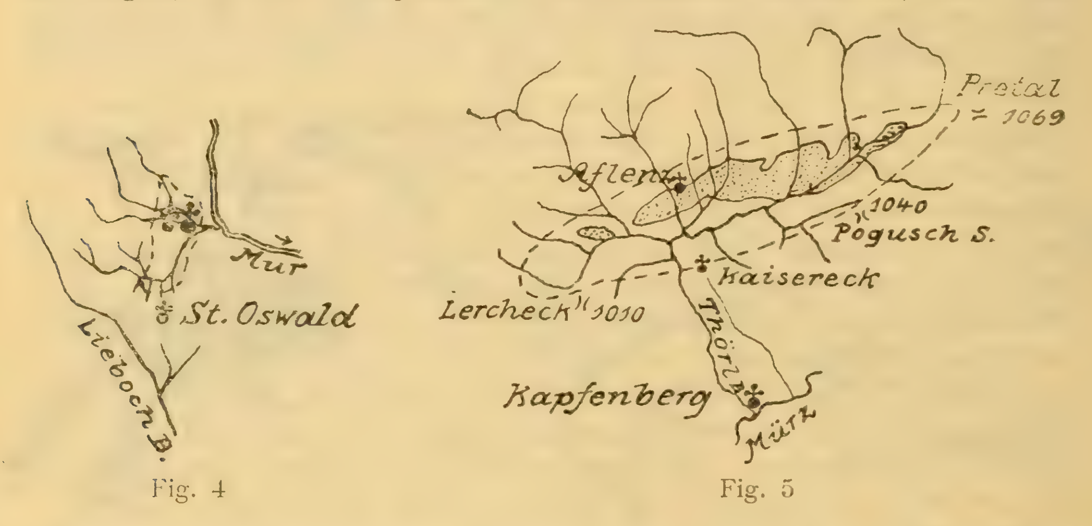


Fig. 4 Fig. 5

zahlreichen Abweichungen von der nur allgemein geltenden Regel des Südwest—Nordostverlaufes der Hauptverwerfungen, worauf ich in meiner Waldheimatarbeit schon kurz hingewiesen habe und worüber ich an anderem Orte noch ausführlicher berichten will. Mehr untergeordnet treten allerdings auch im Reiner Kessel und seiner Umrahmung Brüche und Absenkungen mit südwest—nordöstlichem Streichen auf; sie haben das die Tertiärreste tragende Grundgebirge in einzelne Schollen zerlegt und gewinnen, staffelartig an Sprunghöhe zunehmend, schließlich gegen Süden zu die Oberhand über die nordsüdlichen Verwerfungslinien, welche in der Heraushebung des horstähnlichen Plawutschzuges ihren letzten Trumpf auszuspielen scheinen.

Unstreitig das schönste Musterbeispiel für einem Tiefpunkte zustrebende Entwässerung bietet das langgestreckte Becken von Aflenz-Göriach (Fig. 5), das bereits Krebs in seine Länderkunde der österreichischen Alpen, jener Fundgrube wertvoller Einzelangaben über unsere Gebirgsländer, aufgenommen hat. Auch hier hat eine Art Grabenbruch, der Murmürzlinie gleichgerichtet, mit einer Sprunghöhe von etwa 300 *m* (nach Petraschek) die Aufnahme und Erhaltung von Tertiärablagerungen gefördert. Für die alte Entwässerung standen drei Sättel zur Verfügung; das Lercheck (1010 *m*), als Furchenrest eines Vorläufers des Ilgnerbaches, das etwa 1115 *m*

hohe Kaisereck als Fortsetzung des heutigen Fölzgrabens und der Sattel von Pogusch (1040 *m*), als Abzugsrinne für Seebach und Stübminggraben, wenn hier nicht vielleicht noch andere Verbindungen mit dem Süden bestanden.

Weniger einheitlich liegen die Verhältnisse im Senkungsfelde von Trofaiach, von dem wir gleichfalls Krebs eine Abbildung verdanken (a. a. O., p. 48). Ich habe in der beigegebenen Zeichnung (Fig. 6) von der Fortsetzung des Tertiärbeckens gegen Westen, die jetzt gegen die Liesing hin entwässert wird, abgesehen, und nur jenen Hauptteil des Senkungsfeldes zur Darstellung gebracht, der Trofaiach als Sammelpunkt der Wässer hat. Gegen Süden, wo sich Beziehungen zum Tertiär von Leoben nachweisen lassen, verwickeln sich die Verhältnisse durch Auftreten zahlreicher weiterer Störungslinien, wodurch die Abgrenzung der Wanne gegen die Grabenfurche des Murtales verwischt wird. Aber auch im Innern des Senkungsfeldes kreuzen sich verschiedene Verwerfungsrichtungen, welche einerseits mit stärkerer Betonung nördlicher Richtung gegen die Furche von Aflenz hinweisen, andrerseits aber mit mehr östlichem Einschlage auf die Fortsetzung der Mürzlinie bei Winkel hinzielen. Das Ausmaß der Absenkung des Trofaiacher Tertiärs soll nach Petraschek etwa 400 *m* betragen.

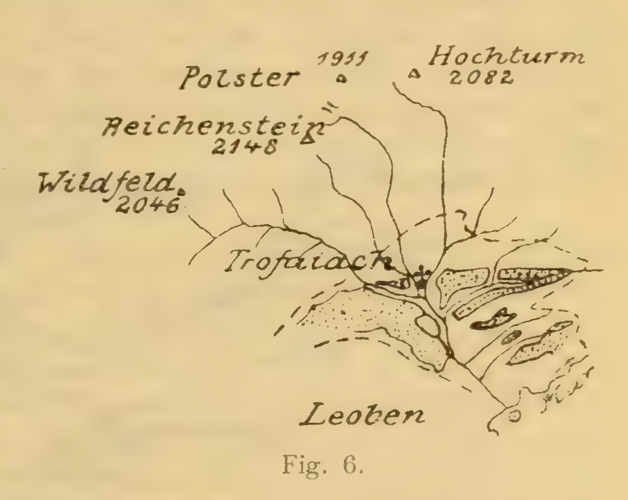


Fig. 6.

Lange schon bekannt und in neuerer Zeit hinsichtlich von Fragen der Talbildung neuerdings wieder von Oestreich[1] und Sölch[2] bearbeitet und von Krebs (a. a. O.) in kurzen Umrissen trefflich geschildert, ist das Becken von Judenburg—Knittelfeld (Fig. 7) mit seinen Ausläufern, dem Grabenbruch von Seckau—Ingering und der Weitung von St. Oswald. Ähnlich wie beim Senkungsfelde von Trofaiach — und auch sonst oft, wenn auch in weniger auffälliger Form — haben wir es auch hier mit einem ganzen Netze von Verwerfungen, Zerrüttungsstreifen usw. zu tun, welche verschiedene Winkel miteinander einschließen und sich daher vielfach scharen oder kreuzen. Eine nordsüdliche, von Petraschek (a. a. O.) bereits wohlvermerkte Grabenbruchlinie streicht über Obdach mit seinen tertiären, Braunkohle führenden

[1] Oestreich K., Ein alpines Längstal zur Tertiärzeit. Jahrb. R. A., 1899, p. 165 ff.

[2] Sölch J.: Epigenetische Erosion und Denulation. Geologische Rundschau, Bd. IX, p. 161 ff.

Ablagerungen ins Lavanttal hinunter, an dessen Vorzeichnung durch den Gebirgsbau wohl heute niemand mehr zweifelt.[1] Eine Anzahl von Störungslinien geht der Mur—Mürzlinie gleich und begrenzt das Judenburg—Knittelfelder Senkungsdreieck, dessen Schichten nach Petraschek wohl bis zu 1500 *m* tief eingebrochen sein mögen, im Südosten. Im Südwesten sind mindestens zwei Hauptverwurfslinien vorhanden; die eine zieht am Nordfuße des Liechtenstein- und des Falkenberges vorüber, die andere streicht aus dem kleinen Feenberger Tertiärbecken gegen den Pölshals; vielleicht liegt auf ihr der bekannte Sauerbrunnen von Talheim. Die innere Störungs-

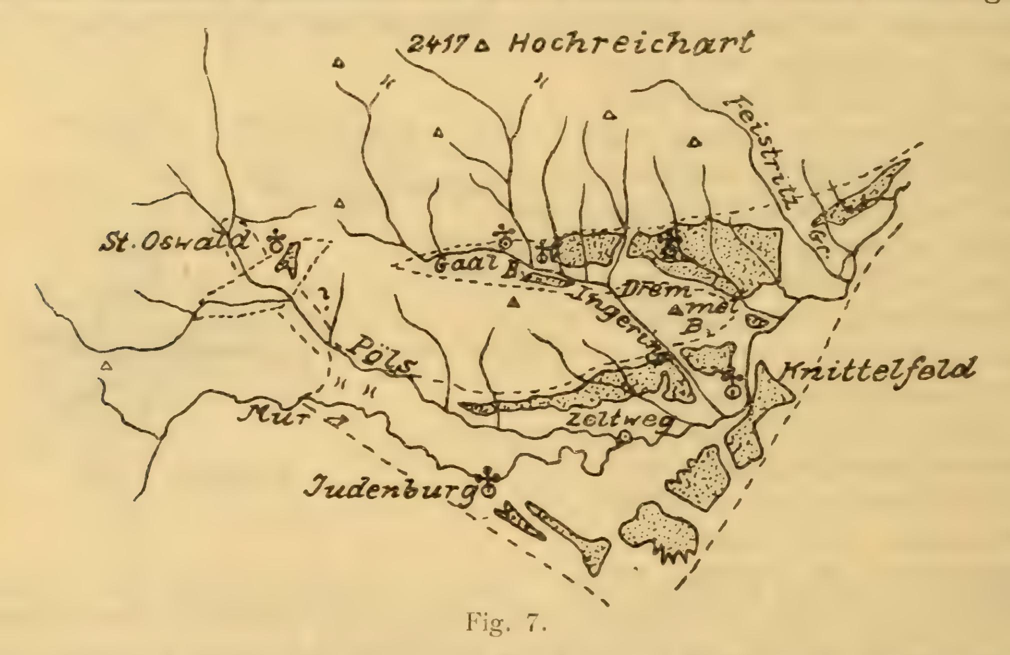


Fig. 7.

linie scheint sich mit den das Becken im Norden begrenzenden Verwerfungen zu scharen; wenigstens häufen sich im Fohnsdorfer Bergbau die Störungen im Flötz gegen Westen in auffallender, verwirrender Weise. Manches deutet darauf hin, daß sich Verwerfungen aus dem Judenburger Becken in das untere Pölstal, etwa bis in die Gegend von Möderbruck, fortsetzen. Hierfür sprechen die Tertiärablagerungen von St. Oswald und die von mir beobachtete starke tektonische Veränderung der Gesteine an vielen Punkten der Gegend zwischen Unterzeiring, St. Oswald und Möderbruck. Der Betrag der Absenkung wächst vom Beckennordrande allmählich gegen Süden an.

Annähernd gleichen Verlauf mit der nördlichen Grenzstörung des Judenburger Beckens nimmt eine aus dem Murtale etwa bei Preg abzweigende Verwerfungslinie, die das Tertiärbecken von Seckau im Norden begrenzt; die Sprunghöhe der Absenkung — es mag sich wohl auch um einen schmalen Grabenbruch handeln — nimmt von Westen gegen Osten im allgemeinen zu. Auch diese Linie, oder besser gesagt, auch diese Linien erstrecken sich ins

[1] Höfer H., Die geologischen Verhältnisse der St. Pauler Berge in Kärnten. Sitzungsberichte d. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 1894.

Grundgebirge; ihre westliche Fortsetzung erscheint durch die Tiefenfurche angedeutet, welche südlich des Alpendörfchens Gaal ungefähr mit dem Gaalbache gleichgerichtet zwischen den Rückfallkuppen 1236, 1219 und 1065 *m* der Spezialkarte und dem Gaaleckkamme verläuft. Ob sich diese Störung, wie mir einige Beobachtungen im Gebiete des Rosenkogels (1921 *m*) anzudeuten scheinen, über das Sommer-Törl noch ins Pölstal fortsetzt, wage ich noch nicht sicher zu behaupten. Gewiß ist, daß außer den das Judenburger Becken im Südwesten abgrenzenden Hauptverwürfen noch eine Reihe ihnen gleichgerichteter Störungen das Becken kreuzt. Sie haben den Gebirgskeil zwischen dem Hauptbecken und der Seckauer Bucht in zahlreiche Schollen zerlegt, von denen die niedrige Anhöhe, welche das Schamberger Anwesen bei St. Lorenzen trägt, der Sulzberg, der Eichberg und der Dremmelberg genannt sein mögen; mit der gegen Westen abnehmenden Sprunghöhe der Verwerfungen steigt auch die Höhe der Berge, welche durch den Abtrag aus den zu Bruch gegangenen Schollen herausgemeiselt wurden, staffelförmig an.

Die Beeinflussung der Gewässer durch den Einbruch des Judenburg-Knittelfelder Beckens wurde im Schrifttume bereis mehrfach gewürdigt; so schreibt Oestreich (a. a. O.) ihr die Verschleppung der Pölsmündung zu, während Sölch (a. a. O.) sich in sehr gründlicher Weise mit verschiedenen Erscheinungen der Talauflegung im Gebiete beschäftigt. Im Gegensatze zu Oestreich möchte ich aber nicht glauben, daß das heutige, für eine Anzapfungsstrecke auffallend breite, unterste Stück des Ingeringbaches durch Rückwärtseinschneiden eines Seitenbaches der Mur und durch Anzapfung eines früher über die Höhe von Seckau geflossenen Gewässers entstanden ist; es erscheint vielmehr im Gebirgsbau bedingt, geradeso wie die Zusammenfassung der nordsüdlich strömenden Wasserläufe des Gebietes, des Gaal-, Ingering-, Vorwitz- und Gradenbaches zum überwiegenden Teile eine Wirkung der stattgefundenen Absenkungen und Schollenverschiebungen ist. Im Anhange zur hübschen Darstellung der Talverlegungen auf dem Obdacher Sattel, die wir Krebs (a. a. O.) verdanken, möchte ich ergänzend noch bemerken, daß die Abzapfung der Quellgebiete des Kienbergerund des Granitzbaches eben eine Folge der Tieferlegung des Schurfausgangspunktes des Murzubringers durch den Beckeneinbruch ist; ja ich möchte sogar glauben, daß sich die Richtungen der genannten Bäche recht gut in den Rahmen einer einstigen, viel mehr vorherrschenden Nordsüdentwässerung einfügen ließen.

Der Gebirgsbau hat ferner sicherlich auch die Abflußverhältnisse des Ausseer Gebietes (Fig. 8) in einschneidender Weise umgestaltet. Aus dieser Gegend hat Krebs (a. a. O., p. 48) bereits das Durchbruchstal der Koppenschlucht kurz bildlich zur Darstellung gebracht; Mojsisowics und Geyer verdanken wir wertvolle geologische Aufnahmen des Geländes, aus denen sich der Beweis erbringen läßt, daß die westöstlich verlaufenden Talrichtungen der Gegend

tektonisch bedingt sind. So hat z. B. die Heilbrunnlinie Geyers zwei Täler vorgezeichnet, welche von dem Bade Heilbrunn gegen Westen und Osten ausstrahlen und in den Talrichtungen der beiden Grimmingbachquelläste ihre Fortsetzung finden. Das Salzatal selbst erscheint durch den Salzabruch Geyers bedingt. Der ganze Tiefenstreifen Kainisch—Klachau ist ein Teil eines alten Senkungsfeldes, in dem sich die bekannten Reste der Hallstätter Decke erhalten konnten. Der Weißenbachlinie folgt das westöstlich verlaufende Weißenbachtal und im Becken von Aussee ist dessen Bedingtheit durch westöstliche Verwerfungen, welche einen langgestreckten Einbruch hervorriefen, durch das Auftreten weicher, leicht zerstörbarer Werfener Schichten wohl weniger klar erkennbar, aber doch nicht ganz verwischt. Schmalen, grabenbruchähnlichen Senkungen,



Fig. 8.

an deren Rändern sich gewaltige Schichtabbeugungen in wunderbarer Klarheit erkennen lassen, verdanken die Seen um den reizend gelegenen Markt Aussee ihre Entstehung; so der Grundlsee, der Toplitz- und der winzige Kammersee, der Altausseer See und der rechtwinkelig nach Osten umgebogene Zipfel des Hallstätter Sees samt der gegen den Koppenwinkel vorgeschobenen Schwemmlandsbucht; damit soll jedoch keineswegs die Tatsache abgeschwächt werden, daß an der Aufstauung des Grundl- und des Altausseer Sees bis zur heutigen Höhe auch vorgelagerte Moränengürtel und sonstiger Eiszeitschutt ihren Anteil haben. Wie anderwärts, so werden auch im Ausseerländchen die Längstalfurchen vielfach durch Quertäler entwässert, welche klammähnlich entwickelt sind; man denke da nur an die engen Felsschluchten des Salzabaches (»durch den Stein«) und des Grimmingbaches; ganz besonders unangenehm für die öffentlichen Interessen macht sich die Durchbruchsklamm der vereinigten Traun zwischen Bahnhof Aussee und Koppenwinkel bemerkbar, woselbst sich der Fluß heute noch in so lebhaftem Rückwärtseinschneiden befindet, daß die Eisenbahn

durch Uferbrüche wiederholt unterbrochen und der Verkehr auf Wochen hinaus unterbunden wurde; in ähnlich kräftiger Weise tieft sich auch die Kainischtraun dort ein, wo ihr Lauf aus der Ostwest- in die Nordsüdrichtung übergeht; gewaltige, den Verkehr auf der Reichsstraße und auf der Eisenbahn immer wieder bedrohende Uferbrüche starren hier dem Wanderer entgegen, welcher, von Aussee kommend, ganz genau den Punkt feststellen kann, bis zu welchem der rückwärtsschreitende Tiefenschurf bereits vorgedrungen ist; oberhalb dieser Stelle ist die Ödensee—Traun ein harmloses Wiesenwässerchen; aus diesem Grunde stellen die bisher mit großen Kosten ausgeführten Sicherungsmaßnahmen in der Form vorwiegender Längsbauten an der Kainischtraun auch nur ein Stümperwerk von vorübergehender Wirksamkeit dar; erst wenn man darangehen wird, neben der Bekämpfung des weniger gefährlichen Seitenschurfes auch dem die Hauptschäden verursachenden Tiefenschurfe in wirksamer Weise zu begegnen, kann von einer zweckmäßigen Verwendung von Baumitteln die Rede sein. So beweist auch dieser Fall die Nützlichkeit geologischer Kenntnisse für das Wasserbaufach.

Ich begnüge mich für diesmal mit den angeführten, weniger bekannten Beispielen einer starken Beeinflussung des Entwässerungsnetzes durch den Gebirgsbau. Dabei habe ich absichtlich die beiden großen Längstäler der Enns und der Mur nicht erwähnt, weil ich ihre Entstehung durch grabenbruchähnliche Einsenkungen bereits für erwiesen und sehr bekannt halte. Während aber im Ennstale ein anscheinend ziemlich einheitlicher, langgestreckter Einbruch erfolgte, wird man bei der Betrachtung der Mur—Mürzfurche zu der Überzeugung geführt, daß hier einzelne, perlschnurähnlich aneinandergereihte, mehr oder weniger miteinander in Verbindung tretende, langgestreckte Teilbecken vorliegen, unter denen jene von Mürzzuschlag—Langenwang—Krieglach—Wartberg, Kindberg—Marein, Leoben und Knittelfeld—Judenburg die bedeutsamsten sind. Wenn daher für das Mur—Mürztal des öfteren ein alter Abfluß über den Semmering ins Wiener Becken gesucht wird, so ist dem entgegenzuhalten, daß im Gegenteile die alten Hauptentwässerungsrichtungen nordsüdlich, beziehungsweise südnördlich verliefen; die jetzige Mur stellt aller Wahrscheinlichkeit nach eine jugendliche Bildung dar, welche gelegentlich der erfolgten Einbrüche, diese verbindend, entstanden ist und alle nordsüdlichen alten Laufstrecken zusammengezogen und einer einheitlichen Entwässerung zugeführt hat.

Als Folge der stattgefundenen Einbrüche und der jedenfalls Hand in Hand mit ihnen gehenden Hebungen sehen wir denn auch allenthalben den deutlichen Gegensatz hervortreten zwischen den ausgeglichenen, ruhig vornehmen Formen erhalten gebliebener Oberflächenteile einerseits und den von schutterfüllten Niederungen ausstrahlenden, jugendlichen Einfurchungen, Zertalungen und Einkerbungen anderseits; man braucht da bloß die Teigitschklamm mit den sanften Wellen der Bergrücken um Edelschrott, die Feistritzengen und den Stuhleck—Wechselzug, die Hochfluren unserer

Kalkalpen und die in sie sich zurückfressenden Runsen und Klammen miteinander zu vergleichen. Bei der Erkennung und Feststellung der an die Auffaltung anknüpfenden, krampfartigen Zuckungen des Alpenleibes wird die Geländeformenkunde dem Geologen überaus wertvolle Fingerzeige geben können.

Über die Zeit der hauptsächlichsten Talverlegungen sich zu äußeren, dürfte heute wohl noch verfrüht sein; der Keim zu ihnen wurde sicherlich bereits im frühesten Miozän gelegt. Über die hierauf folgenden Zeiten, deren wechselvolle Ereignisse wir in den Randgebieten und in den Ablagerungen der Vorländer so gut ablesen können, hat im Innern der steirischen Alpen die kräftig und nachhaltig einsetzende, spättertiäre Schurfarbeit dichte Schleier gebreitet, deren Hebung erst sorgfältigen Aufnahmen des ganzen Geländes in großem Maßstabe gelingen dürfte. Festeren Boden betreten wir erst wieder in der Eiszeit, bei derem Anbruche ein Großteil der Zerstörung des Alpengebirges schon geleistet war. Aber auch hier trüben Talverbiegungen zuweilen das Bild, einerseits breitsohlige Täler und andrerseits wiederum hochgelegene Baustufen schaffend. Mit der Sammlung von Beobachtungstatsachen für solche Talverbiegungen im Mur—Mürztale und in Mittelsteiermark außerhalb des Arbeitsgebietes Winklers[1] beschäftigt, der aus der Oststeiermark schöne Beispiele und Beweise für jugendliche Verbiegungen beigebracht hat, möchte ich heute schon auf die Möglichkeit hinweisen, die Breitsohligkeit mancher Täler, wie jene des Söding-, Liebochbaches usw., durch Annahme von langsamen Senkungen im Zuge von Talverbiegungen[2] zu erklären. Solche kilometerbreite Täler bergen einen Wasserlauf, der, um einen bekannten Ausspruch zu wiederholen, sich in seiner Umrahmung ausnimmt wie eine Maus im Löwenkäfig. Es ist wohl nicht denkbar, daß sie sich ihre Sohle, deren Breite die Schwingungsweite ihrer Schlingen um ein vielfaches übertrifft, durch seitlichen Schurf geschaffen haben; viel verständlicher wird die Erscheinung, wenn man annimmt, daß es sich um »ertrunkene« Täler handelt, deren Wasserläufe keine Schurfkraft mehr besitzen, sondern ihr Bett, wie die niederen Ufer und die Versumpfungen des Talbodens zeigen, durch Aufschlämmen zu erhöhen gezwungen sind.

---

[1] Winkler A.: Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliozäns. Jahrb. der Geolog. Staatsanstalt, Wien 1921, 1. und 2. Heft, sowie einige ältere Arbeiten des gleichen Verfassers.

[2] Vgl. darüber auch Ampferer O., Bohrungen im Inntale. Verhandlungen der Geolog. Staatsanstalt, Wien 1921.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Beiträge zur Kenntnis des Blütenbaues von *Alangium*

Von

Karl Schnarf

(Mit 14 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Mai 1922)

Einleitung.

Herr Dr. H. Handel-Mazzetti sammelte auf seiner Forschungsreise in China 1914 bis 1918 Material einer *Alangium*-Art, die ihm in die Nähe von *Alangium chinense* (Loor.) Rehd. (= *A. begoniifolium* [Roxb.] Baill) zu gehören schien, ohne aber mit diesem identisch zu sein. Mit Rücksicht auf die zweifelhafte Stellung der Gattung im System schien es mir von Interesse zu sein, den Blütenbau etwas genauer zu studieren, und ich bin daher Herrn Dr. Handel-Mazzetti zu besonderem Dank verpflichtet, daß er mir sein in Alkohol konserviertes und getrocknetes Material überlassen hat.

Was zunächst die Bestimmung der Art betrifft, so zeigte sich, daß die vorliegende Pflanze in der von Wangerin[1] gegebenen Diagnose von *A. begoniifolium* (Roxb.) Baill untergebracht werden konnte. Ein genaueres Studium des mir zugänglichen Herbarmateriales der Wiener Sammlungen überzeugte mich davon, daß diese Art, im Sinne von Wangerin genommen, eine Sammelspezies ist, und ich habe diese Auffassung dadurch zum Ausdruck gebracht, daß ich die untersuchte Pflanze als neu unter dem Namen *Alangium Handelii* n. sp. an einem anderen Orte[2] beschrieben habe. Hier sollen nur einige Bemerkungen über den Blütenbau und die Samenentwicklung in Kürze niedergelegt werden. Sie stützen sich auf das in Alkohol konservierte Material von *A. Handelii*, dürften aber bei der großen Einheitlichkeit der Gattung allgemeinere Geltung haben.

---

[1] W. Wangerin, *Alangiaceae* in Engler, Das Pflanzenreich IV, 220 *b*, 1910.

[2] In Handel-Mazzetti, Plantae novae Sinenses, 16. Fortsetzung. Sitzungsanzeiger der Akad. der Wiss., Wien 1922, Nr. 12.

Die Blüten haben einen unterständigen, gegen den Blütenstiel deutlich abgegliederten Fruchtknoten. Der Kelch ist bei unserer Art ein schmaler aufrechter Saum, der in ebensoviele breitdreieckige Zipfel endigt, als Petalen und Staubgefäße vorhanden sind. Die Petalen hängen am Grunde etwas zusammen und zeigen valvate Knospenlage. Für *A. chinense* bezeichnet Wangerin die Zahl 6 als typisch in der Blüte, 7 als eine häufige Ausnahme. Ich fand meist siebenzählige Blüten. Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die noch geschlossene Blüte etwa in halber Höhe. Wir sehen zu innerst den Griffel, um ihn herum die episepal gestellten Staubblätter, die ein kurzes, dicht von einzelligen Haaren bedecktes, breites Filament besitzen, das in ein langes, behaartes Konnektiv übergeht; dieses trägt die langen schmalen Antheren, die bis zum Ende der vor dem Aufblühen dicht zusammenschließenden Korollblätter reichen. Dort endigt auch der Griffel, der in eine vierteilige Narbe ausgeht. Ein Längsschnitt durch die Blüte (Fig. 1) belehrt uns darüber, daß ein halbkugeliger Diskus innerhalb der Staubgefäße vorhanden ist und daß der Fruchtknoten ein großes fertiles und ein kleines steriles Fach enthält. Nach dieser kurzen allgemeinen Charakteristik mögen die von mir eingehender studierten Eigentümlichkeiten besprochen werden.

Bau der Korollblätter.

Die auffälligste Erscheinung der Blüten ist ohne Zweifel die, daß sich die Korollblätter der aufgeblühten Blüten nach außen so stark zurückbiegen, daß sie sich spiralig zusammenrollen wie Stahlspäne.[1] Wie kommt nun diese Erscheinung zustande? Ein Querschnitt durch eine Knospe in halber Höhe belehrt uns darüber, daß die Korollblätter auffallend dick sind. In den Diagnosen der Gattung und der Arten werden sie als *loriformia, crassiuscula* beschrieben. Ein Querschnitt bei stärkerer Vergrößerung zeigt nun folgendes Bild (Fig 3): Außen eine papillöse Epidermis, die später noch eine nähere Beschreibung finden soll. Das Mesophyll, das innerhalb dieser Epidermis liegt, ist nun auf der der Blütenachse zugewendeten Seite ganz anders gebaut als außen. Innen finden wir ein aus kleineren, plasmareichen Zellen bestehendes Gewebe. Auf der Außenseite sind die Zellen deutlich größer und wie der Längsschnitt (Fig. 4) lehrt, in die Länge gestreckt, arm an Plasma und ihre Membranen dicker. Ich glaube, diese Unterschiede zwischen der inneren und äußeren Lage des Mesophylls sind klar genug, um den Schluß zu gestatten, daß die Zurückkrümmung der Korollblätter dadurch erfolgt, daß die äußere Partie ihr Wachstum vor dem Aufblühen bereits eingestellt hat, während die innere weiter wächst. Dieses Wachstum erfolgt durch eine Streckung, nicht durch eine Vermehrung der Zellen. In der Übergangszone zwischen den beiden

[1] Vgl. die Abbildungen z. B. bei Wangerin, l. c. und in Bot. Reg. *24* (1838), p. 61.

Lagen liegen die Gefäßbündel, die gegen außen zu von Sekretschläuchen begleitet werden. Ihr Inhalt ist in unserem in Alkohol fixierten Material in Form von größeren oder kleineren den Wänden anliegenden Kügelchen niedergeschlagen. Gleichartige Sekretschläuche finden sich auch im Fruchtknoten als Begleiter der Gefäßbündel.

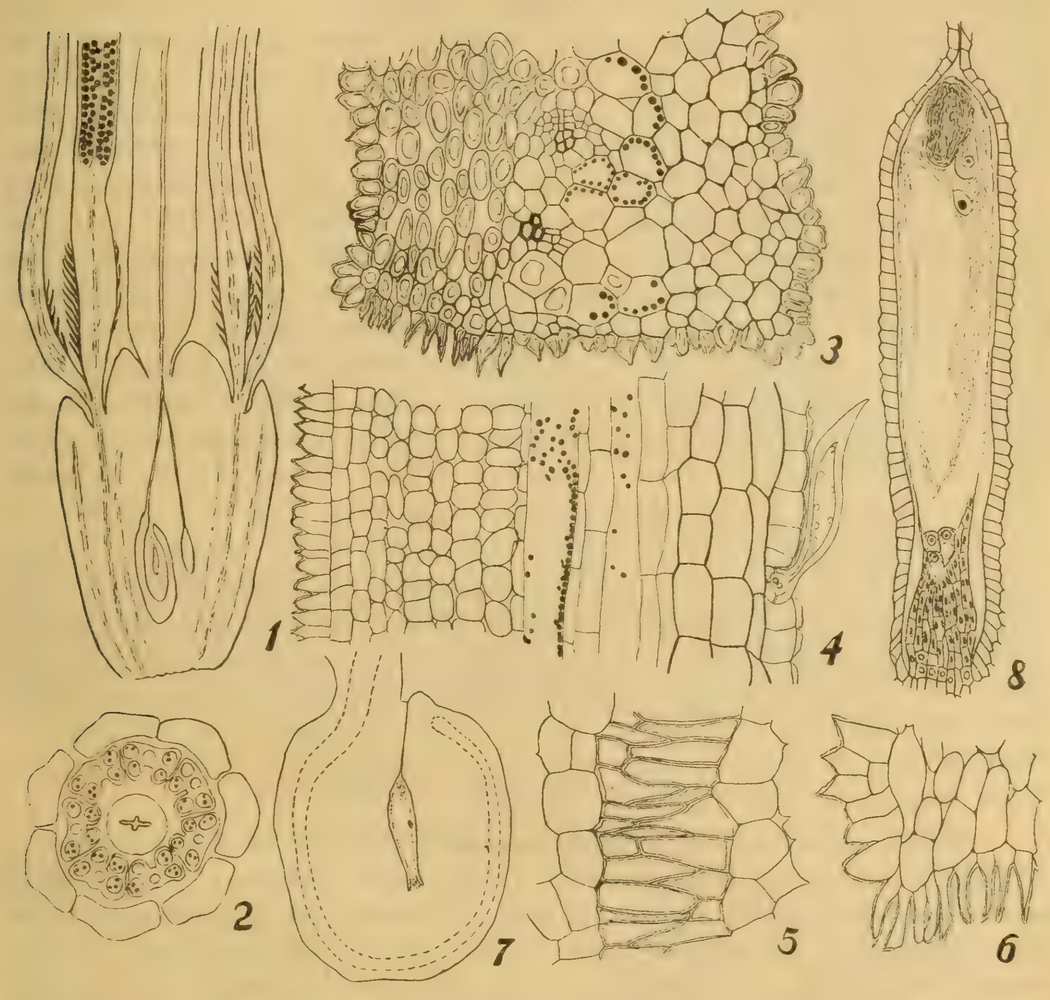


Fig. 1 bis 8.

1. Unterer Teil der Blüte im Längsschnitt. **2.** Querschnitt durch die Blüte ungefähr in der halben Höhe der Blüte. **3.** Teil des Querschnittes durch ein Korollblatt. **4.** Längsschnitt durch ein Korollblatt. **5.** Die Verzahnung zweier Korollblätter aus einem Querschnitt durch die Kuppe der geschlossenen Blüte. **6.** Partie aus dem Querschnitte durch ein Korollblatt mit Verzahnungspapillen. **7.** Samenanlage im Längsschnitt. **8.** Embryosack und Mantelschichte im Längsschnitt.

(Vergrößerung 1 und 2 8-fach, 3 und 4 140-fach, 5 und 6 285-fach, 7 36-fach, 8 140-fach.)

Die Epithelzellen der Korollblätter weisen nun ziemlich große Unterschiede je nach der Lage der Fläche, auf der sie liegen, auf. Die Innenfläche ist von prismatischen, in eine ziemlich spitze Papille ausgehenden Zellen bedeckt. Auf der Außenfläche zeigen die Epithelzellen

im Querschnitt ein ähnliches Aussehen wie auf der Innenseite, im Längsschnitte aber erweisen sie sich in der Längsrichtung gestreckt. Ihre Papillen haben dementsprechend nicht die Form eines spitzen Zahnes, sondern einer längsgestellten Schneide. Ihre Kutikula zeigt eine zarte Längsstreifung. Der in Fig. 4 dargestellte Längsschnitt hat auch ein Haar getroffen. Dieses ist einzellig, hat eine ziemlich breite Basis und oberhalb dieser eine deutliche Einschnürung. Die dicke Membran ist dort, wo sie an Nachbarzellen grenzt, mit Tüpfelkanälen versehen und gibt die Holzreaktion mit Phlorogluzin und Salzsäure. Haare von diesem Bau kehren an den verschiedensten Teilen der Blüte wieder. Auf der Außenseite der Korollblätter sind sie im allgemeinen spärlich, nur am Ende stehen sie dicht. Auf der Innenseite finden sie sich nur an der Basis (vgl. auch Fig. 1). Haare des gleichen Baues, nur von anderer Länge und Dicke, treten auch auf den Filamenten und Konnektiven und bei *A. chinense* auf dem Griffel auf, während *A. Handelii* einen völlig kahlen Griffel hat. Die Seitenflächen der Korollblätter zeigen gegen außen zu die nämlichen Epithelzellen, wie wir sie auf den Außenflächen kennen gelernt haben. Nach innen zu aber bilden sie äußerst schlanke, spitzige Papillen. Diese finden sich nun gerade dort, wo die Korollblätter zusammenstoßen und sind auf das innigste ineinander verzahnt, weshalb sie hier als Verzahnungspapillen bezeichnet werden mögen. Diese Verzahnung, die stark an die Zackennähte des Säugetierschädels erinnert, ist in Fig. 5 dargestellt, die einem Querschnitte durch die oberste Kuppe einer Blütenknospe entnommen ist. Hier sind die Papillen bedeutend größer und kräftiger als in tieferen Regionen (vgl. Fig. 6), wo sich ihre Verbindung auch früher zu lösen beginnt.

Diese Art der Verbindung valvater Blütenblätter im Knospenzustande ist nach Raciborski[1] eine weitverbreitete Erscheinung und findet sich nach diesem Autor u. a. auch bei den Korollblättern der Cornaceen und Umbelliferen. Sie dient nach ihm als Schutzmittel gegen das Austrocknen der inneren Blütenteile. Diese Auffassung kann gewiß auch bei *Alangium* geltend gemacht werden. Ich möchte aber doch die Frage zur Diskussion vorlegen, ob sie hier nicht auch blütenökologisch ausgenützt wird. Eine einfache Überlegung führt zu dieser Vermutung.

Das Zurückbiegen der Korollblätter kommt durch ein starkes Wachstum der Zellen der gegen innen zu liegenden Mesophyllschichte zustande. Dieses Zurückkrümmen wird aber gehemmt durch die Zellennaht, welchen Ausdruck Raciborski für diese Art der Verbindung verwendet. Insbesondere am Ende der Blütenknospen ist der Zusammenhang sehr fest. Die Folge dieser Hemmung muß aber eine sich immer mehr und mehr steigende Gewebespannung sein, die schließlich die Hemmung überwindet und zu einem

[1] M. Raciborski, Die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen. (Flora, *81*, 1895, Ergänzungsband, 151 bis 194).

plötzlichen Öffnen der Blüten führen muß. Die Blüten müssen sich geradezu explosionsartig öffnen.

Welcher Art ist nun die Auslösung der Blütenexplosion? Denkbar wäre es nun, daß der sich streckende Griffel die Verzahnung der Kuppe löst, wie es u. a. für Loranthaceen und *Bruguiera* angegeben wird. An meinem Material konnte ich jedoch keine Beobachtungen machen, welche eine solche Vermutung stützen könnten. Ich fand niemals Knospen, in denen der Griffel zwischen Fruchtknoten und Kuppe eingezwängt war; stets lag zwischen dieser und der Narbe ein kleiner Zwischenraum. Ein Strecken des Griffels erfolgt, aber erst nach dem Aufblühen. Ich kann daher nur sagen, daß sich die Korollblätter von selbst zurückbiegen müssen, wenn ihre Spannung die Festigkeit der Zellennähte übertrifft, oder wenn ein Anstoß von außen — also in der Natur durch die Blütenbesucher — die Blüte früher zum Öffnen bringt. Daß die bei dem Aufspringen der Blüten entstandene Erschütterung das Aufladen des Blütenstaubes auf den Besucher bewirkt, erscheint mir wahrscheinlich, beweisen kann es aber nur die direkte Beobachtung der lebenden Pflanze.

Leider wissen wir über die Blütenökologie von *Alangium* gar nichts Bestimmtes. *A. Handelii* besitzt nach den Beobachtungen von Handel-Mazzetti weiße Korollblätter und deutlichen Duft. Diese Eigenschaften, ferner die Größenverhältnisse und der Umstand, daß die Blüten keinen geeigneten Sitzplatz für sich niederlassende Bestäuber bieten, lassen vielleicht an Sphingiden denken.

Die Leitung des Pollenschlauches.

Wangerin[1] beschreibt die Narbe von *A. chinense* als »in lobos 2 vel rarius 3 latiusculos 1 *mm* metientes divisum«. Ich fand bei dieser Art und ebenso bei *A. Handelii* eine etwas andere Narbe, deren Bau durch die Fig. 10 bis 13 genügend klargestellt ist. Darnach ist die Narbe vierteilig und die einzelnen Abschnitte sind selbst wieder unregelmäßig gelappt. In Fig. 12 sehen wir einen Querschnitt ungefähr in der Höhe, wo die Narbe am breitesten ist, in Fig. 13 etwas unterhalb der Narbe. Der leitende Kanal ist da von zwei sich kreuzenden Spalten gebildet, die von einer Schichte inhaltsreicher, sich stark färbender Zellen ausgekleidet werden. Diese Schichte stimmt im Aussehen völlig mit der belegungsfähigen Schichte der Narbe überein. Nach unten zu verändert sich die Gestalt des Griffelkanals. In der halben Länge der Blüte hat er die in Fig. 2 dargestellte Querschnittsform. Es ist also die eine der diagonal gestellten Spalten eingezogen worden, bis auf eine kleine in der Mitte des Spaltes befindliche Erweiterung. Im Fruchtknoten (Fig. 1) teilt sich der Leitungskanal in zwei Kanäle, welche zu den beiden Fruchtknotenfächern führen. Der Leitungskanal ist

[1] Wangerin, *Alangiaceae* in Pflanzenreich, IV, 220 *b*.

ausgefüllt von einer wahrscheinlich gelatinösen Masse, welche meiner Ansicht nach durch einen Quellungsvorgang der äußersten Membranen der auskleidenden Schichte entsteht. Für diese Ansicht scheinen mir die bei aufmerksamer Betrachtung stets feststellbaren zarten, etwas verwischten Linien zu sprechen, die im Inhalt des Griffelkanales auftreten (Fig. 1).

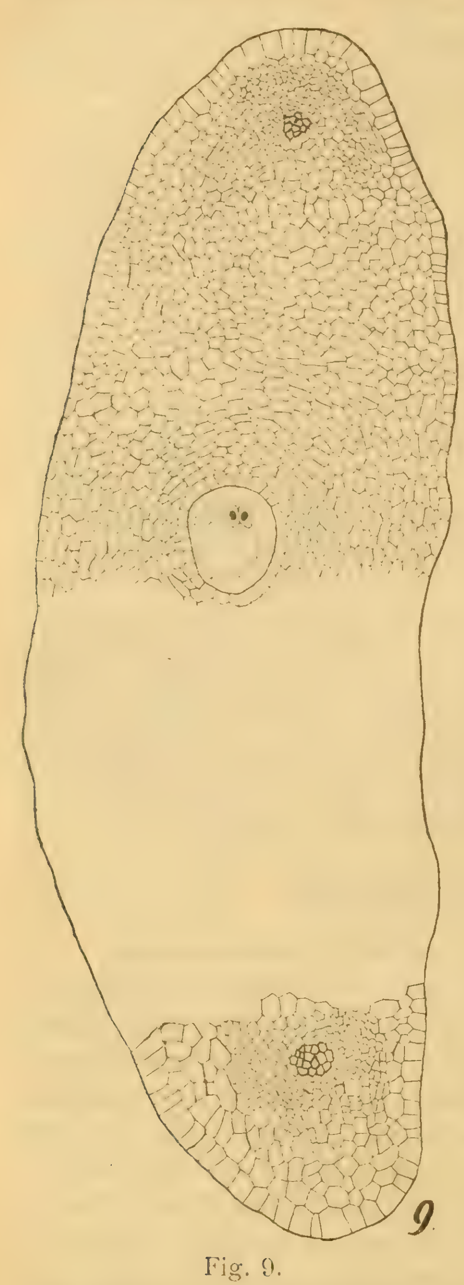


Fig. 9.
Querschnitt durch die Samenanlage; vom Embryosack sind die Polkerne getroffen.
(Vergrößerung 140-fach.)

Der Bau der Samenanlage.

Den Fruchtknoten fand ich bei *A. Handelii* stets zweifächrig. Die beiden Fächer sind ungleich groß. Das größere enthält ein einziges, großes, anatropes, hängendes Ovulum, das kleinere fand ich stets völlig leer. Wangerin[1] hat nun in Übereinstimmung mit Baillon dem Ovulum zwei Integumente zugeschrieben und dies hat ihn wohl in erster Linie veranlaßt, die Gattung *Alangium* von den *Cornaceae* abzutrennen und als eigene Familie zwischen die *Rhizophoraceae* und *Combretaceae* zu stellen. Meine eigenen Beobachtungen konnten, obwohl mir nur wenig Material zu Gebote stand, die Unrichtigkeit der betreffenden Angaben Wangerin's feststellen.

Fig. 9 zeigt einen Querschnitt durch eine Samenanlage, die einer eben aufgeblühten Blüte entstammt. Die Gestalt des Ovulums ist annähernd als linsenförmig zu bezeichnen. Die eine, etwas flachere Seite ist der Scheidewand der beiden Fruchtknotenfächer zugewendet. Wir können nur ein einziges Integument feststellen. In der Mitte sehen wir einen von epithelial angeordneten Zellen ausgekleideten Hohlraum, der den Embryosack enthält. Im Querschnitt ist das kräftig entwickelte, Tracheiden führende Gefäßbündel zweimal getroffen. Die Erklärung hierfür bietet uns Fig. 7, welche einen in

---

[1] Wangerin, *Alangiaceae* in Pflanzenreich IV, 220 *b*; Die Umgrenzung und Gliederung der Familie der *Cornaceae* (Englers bot. Jahrb., *38*, Beiblatt Nr. 86, 1906).

der Richtung des größten Durchmessers geführten Längsschnitt zeigt. Wir sehen da, daß das Leitbündel nicht in der Chalazagegend endigt, sondern in weitem Bogen den Embryosack umkreist und in der Nähe der Mikrophyle mit einer kleinen Anschwellung aufhört. Diese Besonderheit des Gefäßbündels ist meines Wissens nur selten innerhalb der Angiospermen beobachtet, so bei *Menyanthes*[1] und bei *Fraxinus*[2]; sie kommt ferner bei *Sonchus oleraceans* und einigen anderen Kompositen vor[3].



Fig. 10 bis 14.

10. Seitenansicht der Narbe und des oberen Teiles des Griffels. **11.**, **12.** und **13.** Querschnitte in der in der vorhergehenden Figur durch wagrechte Linien gezeichneten Höhe. **14.** Die durch das Rechteck in der Fig. 13 bezeichnete Partie stärker vergrößert.

(Vergrößerung 10 8-fach, 11 bis 13 36-fach, 14 140-fach.)

In dem mir zur Verfügung stehenden Materiale grenzte der Embryosack direkt an das Integument. Vom Nucellus ist der obere Teil gänzlich aufgezehrt. Dennoch kann auf eine crassinucellate Samenanlage geschlossen werden. Fig. 8 zeigt einen Längsschnitt durch einen Embryosack bei stärkerer Vergrößerung. Das antipodiale Ende desselben steckt in dem Nucellusrest. Dieser besteht aus

---

[1] Billings, Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung (Flora *88*, 1901, p. 296). Stolt, Zur Embryologie der Menyanthaceen und Gentianceen (K. Svenska Vetenskapsakad. Handl., *61*, 1921, Nr. 14).

[2] Billings, l. c., p. 301.

[3] Lavialle, Recherches sur le développement de l'ovaire en fruit chez les Composées (Ann. Sc. Nat. Bot., IX, 15, 1912, 39 bis 141).

einem zellenreichen Gewebe, welches deutlich erkennen läßt, daß der Embryosack in einem großen vielzelligen Nucellus angelegt wurde. Von den seitlichen und oberen Partien desselben sind nur mehr zarte Häutchen zu sehen.

An dem dargestellten Embryosacke sehen wir genug, um ihn als normal bezeichnen zu können. Vom Eiapparat ist die Eizelle deutlich zu sehen, während die Synergiden nur als ein dunkler, nicht weiter auflösbarer Klumpen zu finden sind. Etwas unterhalb des Eiapparates liegt der sekundäre Embryosackkern, während in dem abgebildeten Querschnitt (Fig. 9) die beiden Polkerne noch unverschmolzen nebeneinander liegen. Die Antipoden sind klein und treten in der Dreizahl auf.

Die innerste Schichte des Integumentes ist als Mantelschichte ausgebildet.

Andere embryologische Angaben kann ich leider dem zur Verfügung stehenden Materiale nicht entnehmen. Immerhin genügen sie, um einen Beitrag zur Lösung der Frage nach der systematischen Stellung zu liefern.

Samenanlagen mit einem Integument sind innerhalb der Dialypetalen überhaupt selten. Es gibt überhaupt nur einen größeren Formenkreis unter ihnen, der durch die Einzahl des Integumentes ausgezeichnet ist, nämlich die Umbellifloren. Das ist aber diejenige Reihe, in welche verschiedene Autoren wie Rob. Brown, Bentham, Hooker, Harms, Hallier[1] die Gattung *Alangium* gestellt haben. Die Ähnlichkeit des Ovulums dieser Gattung mit dem der Umbellifloren sollen folgende, allerdings nur spärlich in der Literatur vorkommenden Angaben beleuchten.

Für die *Cornaceae* ist die Einzahl des Integumentes notorisch. Bezüglich des Nucellus von *Benthamia fragifera* gibt Jönsson[2] an: »Nucellus är föga bred och består af trenne cellrader utom epidermis.« Morse[3] beobachtete bei *Cornus florida* ein crassinucellates Ovulum und im übrigen ein ganz normales Verhalten; nur sollen zwischen den Tetradenkernen keine Wände gebildet werden.

Etwas umfassender sind die Angaben über die *Araliaceae*. Jönsson[2] fand bei *Hedera Helix* Übereinstimmung mit den Sympetalen, so ein Integument, einen kleinen Nucellus, der aber doch neben den Tetradenzellen noch andere Zellen innerhalb der Epidermis enthält; Deckzellen werden nicht gebildet; der obere Teil des Nucellus wird zerstört, so daß der fertige Embryosack unmittelbar von der Mantelschichte des Integumentes umhüllt wird, mit Ausnahme des

---

[1] Vergleiche die in den zitierten Arbeiten Wangerin's angegebene Literatur.

[2] B. Jönsson, Om embryosäckens utveckling pos Angiospermerna (Acta Univ. Sund., *16*, 1879/80).

[3] W. C. Morse, Contribution to the life history of *Cornus florida* (Ohio Naturalist VIII, 1907, 197 bis 204).

unteren, im Nucellusrest steckenden Teiles. Übereinstimmende Verhältnisse fand Ducamp[1], der Arten mehrerer Gattungen untersucht hat. Bezüglich des Nucellus gewinnt man den Eindruck, daß es neben Formen mit großen solche gibt, die einen sich mehr oder weniger dem kleinen Nucellus der Sympetalen nähernden Nucellus haben. Der obere Teil des fertigen Embryosackes grenzt stets an das Integument, dessen innere Epidermis »se différencie en assise digestive dont les cellules sont cutinisées à la surface«.

Über die Samenanlagen der *Umbelliferae* sind mir nur die bei Coulter und Chamberlain[2] sich zerstreut findenden Angaben bekannt, die sich in erster Linie auf *Sium* beziehen. Nach diesen ist nur ein Integument vorhanden; bei *Sium* treten keine Deckzellen auf, woraus wohl auf einen ziemlich kleinen Nucellus zu schließen ist; der Embryosack und die Synergiden sind schnabelartig ausgezogen; bei *Sium cicutaefolium* teilt sich die Embryosackmutterzelle nicht in Zellen (vgl. die ähnliche Angabe für *Cornus florida*); der Embryosack wird von der Mantelschichte des Integumentes umhüllt; die Antipoden sind ephemer; der Embryo hat einen langen Suspensor.

Ich glaube, daß trotz der Lückenhaftigkeit des vorliegenden Materiales eine deutliche Übereinstimmung von *Alangium* mit den Umbellifloren ganz unverkennbar ist. Gemeinsam ist ihnen das Vorkommen eines Integumentes, dessen innerste Lage als Mantelschichte ausgebildet ist, und ein Nucellus, der die Tendenz zeigt, in größerem oder geringerem Grade zu verkümmern. Diese Tendenz kommt bei allen ontogenetisch insofern zum Ausdruck, als der Nucellus größtenteils schon aufgelöst ist, wenn der Embryosack fertig ausgebildet ist und phylogenetisch darin, daß es Formenreihen gibt, bei denen er kleiner angelegt wird. Diese nach meiner Ansicht mehr abgeleiteten Formen finden sich bei den Araliaceen und Umbelliferen.

Ich möchte in diesem Zusammenhange auch auf die Gattung *Davidia* hinweisen, über deren Morphologie und Samenentwicklung Horne[3] genauere Angaben veröffentlicht hat. Er fand bei *Davidia involucrata* ein Integument, einen vergänglichen Nucellus, oft ein mehrzelliges Archespor und einen normalen Embryosack. Dieser Autor hat auch zweifellos den Bau des Ovulums von *Alangium* gesehen und zwar richtig gesehen, wenn er auch keine Angaben darüber macht. Denn er schreibt: »The ovule of *Davidia* is similar to that found in *Nyssa* and *Alangium* and in the *Araliaceae* — a natural order characterized by the possession of the ‚ventral‘ ovule — while it differs very considerably from that of the *Cornoideae*«.

---

[1] L. Ducamp, Recherches sur l'embryogénie des Araliacées (Ann. Sc. Nat. Bot. VIII, 15, 1902, 311 bis 402).

[2] Coulter and Chamberlain, Morphology of Angiosperms (New York a. London 1903).

[3] A. S. Horne, The structure and affinities of *Davidia involnerata* Baill. (Transact. Linn. Soc., London, II. Ser., 7. Bot., 1904 bis 13, 303 bis 326.)

Aus dieser vergleichenden Betrachtung ergibt sich, daß die Auffassung von Rob. Brown und Harms, welche *Alangium* auf Grund des Diagrammes zu den Cornaceen stellten, jedenfalls nicht so unberechtigt ist, als Wangerin glauben machen will. Dieser stützt seine Ansicht vor allem auf zwei Merkmale: *Alangium* habe zwei Integumente und Löcherpollen, die Cornaceen eines und Faltenpollen. Das erste Unterscheidungsmerkmal trifft, wie wir gesehen haben, durchaus nicht zu, das zweite scheint, soweit ich mich überzeugt habe, richtig zu sein. Nach meiner Ansicht gehört *Alangium* wenn schon nicht zu den Cornaceen, so doch als selbständige Familie zu den Umbellifloren.

Textkürzung.

Infolge der fortdauernden außerordentlichen Preissteigerungen des Druckes ist die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse außerstande, die Abhandlungen im alten Friedensumfange abzudrucken; insbesondere sollen die Sitzungsberichte von den aufgenommenen Arbeiten nur das zum Verständnisse unumgänglich Notwendige bringen. Sehr oft sind manche Einzelheiten der Versuchsanordnungen, Beobachtungsprotokolle, Zahlentabellen, Kurven, Zwischenrechnungen u. a. m. nur für den auf dem betreffenden Gebiete arbeitenden Fachmann von Wichtigkeit, während sie für den Fachmann verwandter Gebiete von minderem Belange sind.

Die Autoren werden demnach gebeten, derartige Einzelheiten als »Ergänzungen« ihren Arbeiten beizugeben, und zwar womöglich in Maschinenschrift und in zwei Exemplaren. Diese »Ergänzungen« sollen nicht veröffentlicht, sondern in der Kanzlei der Akademie aufbewahrt und eines davon über Wunsch an Interessenten für einen Monat entliehen werden. Über die Beigabe solcher »Ergänzungen« wird am Ende der Arbeit ein entsprechender Vermerk stehen.

Ferner werden die Herren Autoren ersucht, behufs Verringerung der Druckkosten und Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit jene Teile ihrer Arbeiten in Kleindruck zu bringen, welche ihrem Inhalte nach als Ergänzungen oder Erläuterungen des in gewöhnlichem Drucke erscheinenden Textes aufzufassen sind.

Die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung IIa. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung IIb. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Grundpreis beigesetzt ist, kommen Separatabdrucke in den Buchhandel und können durch Alfred Hölder, Auslieferungsstelle der Akademie der Wissenschaften (Wien, I., Rotenturmstraße 25, Halbstock), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben.

Die Preise werden nach dem jeweiligen Stande der Valuta nach Maßgabe der Verhältnisse berechnet.

Die **mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse** hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrucken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrucke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.

Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

131. Band, 7. und 8. Heft

(Mit 1 Textfigur)



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien 1922

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Inhalt

des 7. und 8. Heftes des 131. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Verkaufspreise.

Preis für das Inland und Preis für Deutschland: Grundzahl (Gz) × den betreffenden Buchhändlerschlüsselzahlen. — Auslandpreis: Grundzahl (Gz) = Schweizer Franken.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Ergebnisse der Expedition Dr. Handel-Mazzetti's nach China 1914—1918, unternommen auf Kosten der Akademie der Wissenschaften in Wien

Musci novi sinenses,

collecti a Dre Henr. Handel-Mazzetti, I.

Descripsit V. F. Brotherus

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1922)

Dicranum perfalcatum Broth. n. sp.

Dioicum; caespitosum, caespitibus densis, lutescenti-fuscescentibus, nitidiusculis. Caulis ad 4 *cm* altus, adscendens, parce radiculosus, simplex vei dichotome ramosus. Folia sicca subcircinato-falcata, profunde canaliculato-concava, e basi late oblonga subsensim lanceolato-subulata, dorso scabra, c. 6·6 *mm* longa, marginibus subconniventibus, superne serrulatis, rarius subintegris; nervo breviter excendente; cellulis superioribus valde irregularibus, triangularibus, rhombeis et subquadratis, inferioribus linearibus, inter se valde porosis, basilaribus internis laxis, teneris, hyalinis, alaribus numerosis breviter rectangularibus et hexagonis, fuscis. Cetera ignota.

Prov. Setschwan austro-occid.: In montis Lose-schan ad merid. urbis Ninyüen regione frigide temperata et alpina in graminosis, alt. s. m. ca. 3900—4250 *m*. (Handel-Mazzetti, Iter Sinense 1914—1918, Nr. 1413.)

Species distinctissima, cum nulla alia commutanda.

Molendoa yünnanensis Broth. n. sp.

Gracilis, caespitosa, caespitibus densis, mollibus, glaucoviridibus, intus ochraceis. Caulis erectus, vix ultra 1 *cm* altus, parce radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus. Folia sicca incurva, humida erecto-patentia, anguste linearia, breviter acuminata, c. 2 *mm* longa et ad 0·25 *mm* lata, marginibus erectis, integerrimis; nervo crassiusculo, continuo, laevi; cellulis minutissimis, quadratis, minute papillosis, basilaribus breviter rectangularibus, teneris, hyalinis, laevissimis. Cetera ignota.

Prov. Yünnan: In faucium fluvii Djinscha-djiang (»Yangtsekiang«) ad viam directam inter Yünnanfu et Huili regione subtropica, ad rupes siccas calceas supra deversorium Lagatschang; ca. 1100 *m* (Nr. 756).

Species *M. Sendtnerianae* (Bryol. eur.) Limpr. valde affinis, sed foliis anguste linearibus, nervo minus valido dignoscenda.

Trichostomum obtusifolium Broth. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum, caespitibus densis, viridibus, opacis. Caulis vix ultra 5 *mm* altus, basi radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus. Folia sicca incurva, humida patentia, canaliculato-concava, linearia, obtusissima, ad 2 *mm* longa et ad 0·35 *mm* lata, marginibus erectis, integerrimis; nervo valido, infra summum apicem folii evanido, dorso laevi; cellulis subrotundis, c. 0·010 *mm*, minutissime papillosis, basilaribus rectangularibus, hyalinis. Bracteae perichaetii e basi alte vaginante sensim acuminatae. Seta c. 1 *cm* alta, superne lutescens. Theca erecta, anguste cylindrica, c. 1·5 *mm* longa, fusca. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha in muris ad pedem montis Yolu-schan; ca. 100 *m* (Nr. 11.435).

Species foliis obtusissimis a congeneribus diversa.

Trichostomum involutum Broth. n. sp.

Robustum, caespitosum, caespitibus densis, fusco-viridibus, intus fuscis. Caulis erectus 1—1·5 *cm* altus, fusco-radiculosus, simplex vel furcatus. Folia sicca flexuosa circinato-incurva, humida patentia, fragilia, e basi brevi, latiore sensim lineari-lanceolata, aristata, ad 5 *mm* longa, marginibus superne fortiter involutis; nervo valido, in aristam brevem excedente, laevi; cellulis minutissime papillosis, basilaribus breviter rectangularibus vel hexagonis, hyalinis, teneris, ad marginem vix ultra basin adscendentibus. Cetera ignota.

Prov. Guidschou (»Kweitschou«): Prope oppidum Liping ad rupes marneas; ca. 500 *m* (Nr. 10.994).

Species *T. angustato* (Mitt.) Broth. affinis, sed foliis marginibus superne fortiter involutis raptim dignoscenda.

Timmiella leptocarpa Broth. n. sp.

Dioica; caespitosa, caespitibus densis, sordide viridibus. Caulis ad 1 *cm* altus, simplex vel furcatus. Folia sicca circinato-incurva, humida erecto-patentia, supra basin brevem paulum angustata, dein ligulata, breviter lanceolato-acuminata, ad 3 *mm* longa et ad 0·5 *mm* lata, superne serrulata; nervo valido, continuo vel infra summum apicem folii evanido; cellulis laminalibus bistratosis, ventralibus magnis, mamillaeformibus, hyalinis, dorsalibus minutissimis, chlorophyllosis, laevibus, basilaribus elongate rectangularibus, teneris,

hyalinis. Seta c. 2 *cm* alta, tenuis, rubra. Theca anguste cylindrica, leniter curvata. Cetera ignota.

Prov. Kweitschou: Inter rupes ad ripam fluminis inter pagum Badschai et vicum Mautsauping; ca. 660 *m* (Nr. 10.775).

Species *T. Barbulae* (Schwaegr.) Limpr. proxima, sed foliis supra basin minus angustatis, brevioribus et angustioribus nec non theca angustiore dignoscenda.

Leptodontium setschwanicum Broth. n. sp.

Gracilescens, caespitosum, caespitibus laxiusculis, fuscis. Caulis erectus, ad 9 *cm* altus, inferne denudatus, parce radiculosus, dense foliosus, simplex. Folia sicca crispula, humida recurva, ovato-lanceolata, acuta, c. 2·5 *mm* longa, marginibus inferne recurvis, superne argute et inaequaliter serratis; nervo continuo, dorso papilloso; cellulis minutissimis, rotundatis, incrassatis, minutissime papillosis, infimis breviter linearibus, aureis, laevibus. Cetera ignota.

Prov. Setschwan: In altiplanitiei ad meridiem urbis Huili regione calide temperata ad saxa humida convallium montis Luidaschu; alt. s. m. ca. 2100 *m* (Nr. 809). — In montis Lose-schan ad merid. urbis Ningyüen regione frigide temperata ad rupes putridas; ca. 4000 *m* (Nr. 1404).

Species distinctissima, colore fusco oculo nudo jam dignoscenda.

Hyophila aristatula Broth. n. sp.

Dioica; gracilescens, caespitosa, caespitibus densis, sordide viridibus, intus nigrescentibus. Caulis ad 3 *cm* altus, erectus, parce radiculosus Folia sicca incurvo-crispula, humida patentia, carinato-concava, e basi ovali ligulata, obtusiuscula, aristatula, c. 2 *mm* longa, supra basin c. 0·4 *mm* lata, integra; nervo valido, in aristam brevem excedente, laevi; cellulis minutissimis, minutissime papillosis, basilaribus rectangularibus, lutescentibus, laevissimis. Bracteae perichaetii e basi alte vaginante sensim attenuatae. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha ad terram udam inter gramina inter viam militarem et fluvium; ca. 70 *m* (Nr. 11.603.)

Species foliis aristatulis bracteisque perichaetii e basi alte vaginante sensim attenuatis dignoscenda.

Brachysteleum evanidinerve Broth. n. sp.

Autoicum; robustiusculum, sordide viride, inferne nigrescens. Caulis ad 2 *cm* altus, erectus vel adscendens, dichotome ramosus. Folia sicca crispatula, humida erecto-patentia, e basi breviter oblonga sensim late lanceolata, obtusa, c. 4 *mm* longa, marginibus erectis, superne bistratosis et serratis; nervo crasso, infra apicem folii evanido; cellulis minutissimis, rotundato-quadratis, laevissimis,

basilaribus anguste linearibus, infimis laxioribus, alaribus quadratis vel hexagonis. Seta c. 5 *mm* alta, tenuis, rubra. Theca deoperculata crasse ovalis.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha ad rupes irrigatas in faucibus montis Yolu-schan retro scholam; ca. 100 *m* (Nr. 12.783.)

Species foliis obtusis, nervo infra apicem folii evanido dignoscenda.

Macromitrium (Leiostoma) Handelii Broth. n. sp.

Gracilescens, caespitosum, caespitibus laxis, lutescenti-viridibus, intus fuscescentibus, opacis. Caulis elongatus, repens, tomentosus, dense ramosus, ramis erectis, vix ad 1 *cm* longis, plerumque brevissimis. Folia ramea sicca circinato-incurva, humida patentia, anguste lineari-lanceolata, obtusa, c. 2 *mm* longa, marginibus erectis vel uno latere inferne anguste recurvis; nervo rufescente, infra summum apicem folii evanido; cellulis rotundatis, 0·007—0·009 *mm*, haud incrassatis, basilaribus incrassatis, lumine lineari, alte papillosis. Bracteae perichaetii internae sensim subulatae, integrae, cellulis superioribus oblongis. Seta c. 5 *mm* alta, lutescens. Theca oblongo-elliptica, c. 1·5 *mm* longa, laevis, fuscidula. Peristomium simplex, dentibus brevibus, papillosis, obtusis. Cetera ignota.

Prov. Yünnan: Prope vicum Jöschuitang ad septentr. urbis Yünnanfu, 25° 26′ lat., in regione calide temperata, ad arbores frondosas, ca. 1800 *m* (Nr. 450). Prov. Hunan austro-occid.: In monte Yün-schan prope urbem Wukang, in silva elata frondosa umbrosa ad lignum putridum; ca. 1150 *m* (Nr. 12.192).

Species cum *M. japonico* Doz. et Molk. et affinibus comparanda, sed foliis basi papillosis jam diversa.

Macromitrium (Leiostoma) quercicola Broth. n. sp.

Robustiusculum, caespitosum, caespitibus fuscescentibus, opacis. Caulis elongatus, repens, tomentosus, dense ramosus, ramis erectis, ad 1·5 *cm* longis. Folia ramea sicca crispatula, humida patula, lineari-lanceolata, acuta, c. 3 *mm* longa, marginibus erectis vel uno latere inferne anguste recurvis, integris; nervo rufescente, continuo; cellulis rotundatis 0·007—0·009 *mm*, haud incrassatis, papilla media instructis, basilaribus ovalibus, haud incrassatis, papilla media alta instructis. Bracteae perichaetii sensim subulatae, integrae, cellulis superioribus oblongis. Seta c. 1 *cm* alta, rubra. Theca oblongo-cylindrica, c. 2·5 *mm* longa, laevis, fusca. Peristomium simplex, dentibus brevibus, papillosis, obtusis. Cetera ignota.

Prov. Yünnan: Prope vicos Hsinlung 23° 54′ (Nr. 508), ca. 2000 *m* et Sanyingpan 26° lat., ca. 2400 *m* (Nr. 600), ad septentr. urbis Yünnanfu, in regione calide temperata, ad truncos Quercuum.

Inter species theca oblongo-cylindrica praeditas foliis scaberrimis notabilis.

Pohlia subflexuosa Broth. n. sp.

Species *P. flexuosae* Hook. affinis, sed theca horizontali vel subnutante, e collo sporangii longitudinis gibboso-ovali, sicca sub ore contracta necnon operculo alte conico dignoscenda.

Prov. Hunan; Ad vicum Ngandjiapu prope minas Hsikwangschan distr. Hsinhwa ad terram silvae; ca. 700 *m* (Nr. 11.947).

Brachymenium (Dicranobryum) muricola Broth. n. sp.

Dioicum; tenellum, caespitosum, caespitibus densiusculis, dilabentibus, pallide viridibus, opacis. Caulis sterilis ad 5 *mm* altus, fertilis humillimus, fusco-radiculosus, innovationibus brevibus, comoso-foliosis. Folia sicca erecta, humida erecto-patentia, concava, ovata, ± longe acuminata, marginibus erectis; nervo continuo vel breviter excedente; cellulis rhomboideis vel subhexagonis, marginalibus angustioribus, basilaribus breviter rectangularibus. Seta c. 1 *cm* alta, tenuis, rubra. Theca erecta, e collo sporogonii longitudinis ovalis, c. 2 *mm* longa, microstoma, sicca sub ore haud contracta, fusca. Operculum minutum, breviter conicum vel subcupulatum.

Prov. Setschwan: In montium Daliang-schan (territorii Lolo) ad orientem urbis Ningyüen regione temperata, in muris ad vicum Alami; ca. 2900 *m* (Nr. 1467).

Species *B. exili* (Doz. et Molk.) Bryol. jav. affinis, sed folii nervo continuo vel breviter excedente dignoscenda.

Bryum (Areodictyon) setschwanicum Broth. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum, caespitibus mollibus, densis, faciliter dilabentibus, pallide viridibus, intus fuscescentibus, opacis. Caulis erectus, ad 2 *cm* altus, parce radiculosus, dense foliosus, simplex. Folia omnia subaequalia, sicca imbricata, humida suberecta, cochleariformi-concava, breviter decurrentia, suborbicularia, rotundato-obtusa, c. 0·75 *mm* longa elimbata, marginibus erectis, integris; nervo tenui, rubro, infra summum apicem folii evanido; cellulis laxis, teneris, ovali-hexagonis, marginalibus angustioribus. Cetera ignota.

Prov. Setschwan: Juxta urbem Ningyüen secus rivos regionis subtropicae ad terram nudam; ca. 1650 *m* (Nr. 1295).

Species foliis profunde cochleariformi-concavis, suborbicularibus oculo nudo jam dignoscenda.

Mnium (Serrata) luteolimbatum Broth. n. sp.

Dioicum; robustum, rigidum, viride. Caulis erectus, c. 2 *cm* altus, inferne fusco-tomentosus, superne dense foliosus, ramis stoloniformibus elongatis, repentibus, ± fusco-tomentosis, remote foliosis. Folia caulina sicca contracta, faciliter emollita, humida

patula, e basi breviter spathulata oblonga, rotundato-obtusa, emarginata, apiculo brevi, obtuso terminata, ad 1 *cm* longa et c. 0·4 *mm* lata, e medio minute et dense serrulata; nervo basi valido, superne sensim angustiore, in apiculo evanido; cellulis laminalibus in seriebus obliquis dispositis, ovali-hexagonis, mediis internis c. 0·50 *mm* longis, externis et superioribus minoribus, marginalibus linearibus, limbum 3 seriatum, luteum efformantibus. Folia stolonum ovalia, integra. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha in stillicidiis saltus supra scolam montis Yolu-schan; ca. 100 *m* (Nr. 11.488).

Species *M. Nakanishikii* Broth. affinis, sed foliorum forma necnon limbo triseriato, distincto diversa.

Catharinaea yünnanensis Broth. n. sp.

Paroica; *C. undulatae* (L.) Web. et Mohr affinis, sed foliis ligulatis, breviter acuminatis, obtusis, superne tantum serratis, dentibus brevioribus diversa.

Prov. Yünnan: Prope vicum Sanyingpan ad septentr. urbis Yünnanfu, 26° lat., in regione calide temperata inter Bidsei et Dömo, ad terram arenaceam denudatam; ca. 2400 *m* (Nr. 691).

Braunia obtusicuspes Broth. n. sp.

Gracilescens, fusca. Caulis ad 2 *cm* altus, irregulariter ± ramosus. Folia sicca imbricata, humida patentia, concava, indistincte plicata, oblongo-ovata, raptim in acumen breve, obtusum, subcucullatum contracta, c. 1·5 *mm* longa et c. 1 *mm* lata, marginibus planis vel basi anguste recurvis, integerrimis; cellulis minutis, quadratis vel breviter rectangularibus, papilla media instructis, basilaribus internis linearibus, seriatim papillosis. Cetera ignota.

Prov. Setschwan: In altiplanitiei ad meridiem urbis Huili regione calide temperata, ad rupes siccissimas juxta vicum Schuidjingngo prope Dungngan; c. 1850 *m* (Nr. 788).

Species *B. indicae* (Mont.) Par. affinis, sed foliis in acumen breve, obtusum, subcucullatum raptim contractis dignoscenda.

Trachypus rhacomitrioides Broth. n. sp.

Dioicus; gracilis, caespitosus, caespitibus densis, sordide lutescenti-viridibus, intus fuscescentibus. Caulis secundarius ad 4 *cm* altus, adscendens, dense ramosus, ramis brevibus, erecto-patentibus. Folia caulina fragilia, sicca imbricata, humida erecto-patentia, e basi lata, plicata ± raptim lanceolata, acumine breviter subpiliformi, c. 1·7 *mm* longa integra; nervo c. $^2/_3$ folii longitudinis; cellulis valde papillosis, obscuris, basilaribus internis pellucidis. Folia ramea minora, brevius acuminata. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Ad minas Hsikwangschan prope urbem Hsinhwa ad rupes trans jugum Duschu-ling; ca. 650 *m* (Nr. 11.940).

Species habitu *Rhacomitrio microcarpo* (Schrad.) sat similis.

Neckera (Euneckera) setschwanica Broth. n. sp.

Dioica; lutescenti-viridis, nitidiuscula. Caules secundarii ad 7 *cm* longi, dense et complanate foliosi, cum foliis c. 3 *mm* lati, pinnatim ramosi, ramis patentibus, plerumque vix ultra 1 *cm* longis, attenuatis, hic illic ramulis flagelliformibus ± numerosis. Folia octofaria; undulata, lateralia erecto-patentia, concava, asymmetrica, e basi oblonga vel ovato-oblonga lanceolata, breviter acuminata, ad 2·5 *mm* longa, apice minutissime serrulata; nervo tenui, ultra medium folii evanido; cellulis linearibus, superioribus anguste rhombeis, basilaribus laxioribus, inter se porosis, alaribus paucis, ovalibus. Cetera ignota.

Prov. Setschwan: In montium Daliang-schan (territorii Lolo) ad orientem urbis Ningyüen regione temperata, in silva elata mixta tergi Soso-liangdse ad rupes; alt. s. m. 2600—2800 *m* (Nr. 1695).

Species *N. Konoi* Broth. valde affinis, sed foliorum forma diversa.

Neckera (Euneckera) decurrens Broth, n. sp.

Dioica; gracilescens, sordide viridis, nitidiuscula. Caules secundarii ad 7 *cm* alti, dense et complanate foliosi, cum foliis c. 2·5 *mm* lati, pinnatim ramosi, ramis patentibus, vix ultra 1 *cm* longis, obtusis. Folia undulata; lateralia erecto-patentia, concava, longe decurrentia, late ovato-oblonga, raptim in acumen breve attenuata, ad 1·7 *mm* longa, integra vel apice minutissime serrulata; breviter binervia; cellulis rhombeis, basin versus sensim longioribus, in parte decurrente quadratis, obscuris. Bracteae perichaetii convolutae, in acumen lanceolato-subulatum attenuatae. Theca immersa. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha in monte Yolu-schan ad corticem viv. *Liquidambaris Formosanae*; ca. 150 *m* (Nr. 11.449).

Species distinctissima, foliis longe decurrentibus, late ovato-oblongis, raptim in acumen breve attenuatis dignoscenda.

Var. rupicola Broth. n. var.

Folia ad 2 *mm* longa, sensim in acumen longius acuminata; nervis binis vel nervo simplici, tenui, brevi instructa. Sterilis.

Prov. Hunan: Ad minas Hsikwangschan prope urbem Hsinhwa ad rupes calceas; ca. 550—650 *m* (Nr. 11.937). Prov. Kweitschou: Inter oppida Duyün et Badschai prope vicum Dodjie, ad rupes calceas; ca. 700 *m* (Nr. 10.736).

Homaliodendron papillosum Broth. n. sp.

Robustum, viride, nitidiusculum. Caules secundarii ad 16 *cm* longi, inferne simplices, dein ± regulariter pinnatim ramosi, ramis vix ultra 1 *cm* longis, plerumque simplicibus, singulis dense pinnatim ramulosis. Folia caulina ovato-oblonga, obtusa, apiculo acuto terminata, c. 2·5 *mm* longa et c. 1·1 *mm* lata, summo apice dentibus paucis instructa; nervo longe infra apicem folii evanido; cellulis subrotundis et ellipticis, papilla minuta media instructis, dein sensim longioribus, basilaribus linearibus, laevissimis. Cetera ignota.

Prov. Hunan austro-occid.: In monte Yün-schan prope urbem Wukang, in silva elata frondosa umbrosa ad rupes humidas; ca. 1150 *m* (Nr. 12.219).

Species a congeneribus cellulis superioribus papilla media instructis diversa, ab *H. Montagneano* (C. Müll.) Fleisch. affini praeterea nervo validiore, longiore cellulisque minoribus dignoscenda.

Penzigiella (?) robusta Broth. n. sp.

Robusta, rigida, pallide viridis, nitidiuscula. Caules secundarii ad 14 *cm* alti, inferne simplices, dein pinnatim ramosi, ramis patulis, vix ultra 2 *mm* longis, arcuatulis, attenuatis, pinnatim ramulosis, innovationibus singulis elongatis, remote pinnatim ramosis, ramis simplicibus. Folia concava, late cordata, infima minuta, adpressa, obtusa, cetera sensim majora, horride patula, superiora raptim in acumen breve, semitortum attenuata, ad 2 *mm* longa et paulum ultra 2 *mm* lata, marginibus erectis, superne serrulatis; nervo longe infra apicem folii evanido; cellulis anguste linearibus, basilaribus laxioribus, alaribus haud diversis. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Loco praecedentis, ad terram, ca. 1200—1300 *m* (Nr. 11.178).

Species *P. cordatae* (Harv., Hook.) Fleisch. foliorum forma similis, ceteris notis autem diversissima. Forsan typus novi generis.

Thamnium laevinerve Broth. n. sp.

Species *Thamnio Sandei* Besch. et *Th. Biondii* C. Müll. habitu persimilis, sed foliis latioribus, minutius serratis, nervo dorso laevi cellulisque minoribus dignoscenda.

Prov. Hunan: Loco praecedentis, ad arbores, 900—1150 *m* (Nr. 11.129). Prope urbem Tschangscha ad rupes in silva montis Yolu-schan; ca. 150 *m* (Nr. 11.514). Prov. Kweitschou orient.: Prope oppidum Liping in silva mixta montis Nandjing-schan, ad terram (Nr. 10.978).

Entodon obtusatus Broth. n. sp.

Autoicus; gracilis, caespitosus, caespitibus depressis, laete viridibus, nitidis. Caulis elongatus, repens, hic illic radiculosus, valde

complanatus, cum foliis c. 2 *mm* latus, ± regulariter pinnatim ramosus, ramis patulis, c. 1 *cm* longis valde complanatis, attenuatulis. Folia patentia, e basi angusta oblonga seu ovato-oblonga, obtusa, c. 1·5 *mm* longa, superne serrulata; enervia; cellulis anguste linearibus, alaribus sat numerosis, quadratis. Bracteae perichaetii internae erectae, lanceolato-acuminatae, summo apice denticulatae. Seta c. 1 *cm* alta, tenuissima, lutea. Cetera ignota.

Prov. Hunan Prope Wukang, loco praecedentis ad rupes; ca. 900—1150 *m* (Nr. 11.123).

Species foliis obtusis, superne serrulatis dignoscenda.

Entodon cochleatus Broth. n. sp.

Autoicus; robustus, caespitosus, caespitibus densis, mollibus, pallide viridibus, nitidiusculis. Caulis elongatus, repens, fusco-radiculosus, dense ramosus, ramis erectis, ad 3 *cm* longis, dense foliosis, complanatulis, attenuatulis, simplicibus vel parce ramulosis. Folia ramea sicca laxe imbricata, humida patentia, cochleariformi-concava, e basi brevi, coarctata oblonga, obtusa vel angulo obtuso terminata, ad 1·9 *mm* longa, apice minutissime serrulata, brevissime binervia; cellulis anguste linearibus, alaribus numerosis, quadratis. Cetera ignota.

Prov. Kweitschou: Inter oppida Guiding (»Kweiting«) et Duyün, in silvis umbrosis faucium prope vicum Madjiadwen ad lapides saepe irrigatos; ca. 1100 *m* (Nr. 10.633).

Species *E. Okamurae* Broth. valde affinis, sed robustior, densissime ramosus, ramis erectis, elongatis.

Distichophyllum stillicidiorum Broth. n. sp.

Dioicum; gracilescens, caespitosum, caespitibus densis, mollissimis, laete viridibus, opacis. Caulis ad 2 *cm* longus, basi radiculosus, complanate foliosus, simplex vel vage ramosus. Folia lateralia e basi brevissime spathulata oblonga vel obovato-oblonga, rotundato-obtusa, apiculata, ad 2·5 *mm* longa et ad 1·1 *mm* lata, integerrima, limbata; nervo tenui longe infra apicem folii evanido; cellulis rotundato-hexagonis, ca. 0·015 *mm*, marginem versus vix minoribus, basin versus sensim majoribus, basilaribus oblongo-hexagonis, marginalibus linearibus, limbum biseriatum superne uniseriatum, hyalinum efformantibus. Seta ca. 1·5 *cm* alta, tenuissima, rubra, laevissima. Theca erecta, minutissima. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha in stillicidiis saltus supra scolam montis Yolu-schan; ca. 100 *m* (Nr. 11.489).

Species foliis angustissime limbatis dignoscenda.

Fauriella tenerrima Broth. n. sp.

Species *F. tenui* (Mitt.) Card. valde affinis, sed tenerrima, caule laxius folioso, foliis papillis altioribus instructis. Sterilis.

Prov. Hunan: In monte Yün-schan prope urbem Wukang, in silva elata frondosa umbrosa ad ligna putrida; ca. 1150 *m* (Nr. 12.199).

Duthiella rigida Broth n. sp.

Robustiuscula, rigida, ferruginea. Caulis secundarius inferne simplex, dein ramosus, ramis elongatis, complanatulis, ± pinnatim ramulosis, ramulis patentibus, curvatulis, subattenuatis. Folia caulina patentia, late ovato-lanceolata, breviter acuminata, ad 2·3 *mm* longa et 0·9 *mm* lata, marginibus erectis, ubique serrulatis; nervo lutescente, infra apicem folii evanido; cellulis anguste angulato-ellipticis, papillosis, obscuris, marginalibus laevibus, hyalinis, basilaribus laxioribus, alaribus ovali-hexagonis. Cetera ignota.

Prov. Yünnan: Prope vicum Hsinlung trans flumen Pudu-ho ad septentr. urbis Yünnanfu 25° 34′ lat., in regionis calide temperatae saltuum rupibus arenaceis humidis umbratis: ca. 2000 *m* (Nr. 518).

Species *D. Wallichii* (Hook.) C. Müll. affinis, sed foliis late ovato-lanceolatis, breviter acuminatis, serrulatis nec argute serratis optime diversa.

Sciaromium (Limbidium) sinense Broth. n. sp.

Robustiusculum, caespitosum, caespitibus fluctuantibus, sordide fuscescentibus. Caulis ad 11 *cm* longus, ramosus, ramis elongatis, simplicibus vel ± ramulosis. Folia homomalla, ovato- vel oblongo-lanceolata, acumine angusto breviter acuminata, ad 2·3 *mm* longa et c. 0·75 *mm* lata, limbata, apice serrulata; nervo crasso, rufescente, breviter excedente; cellulis elongatis, leptodermibus, alaribus numerosis, laxe hexagonis, in ventrem valde excavatum dispositis, marginalibus linearibus, valde incrassatis, limbum rufescentem, pluriseriatum efformantibus. Cetera ignota.

Prov. Setschwan: In montium Daliang-schan (territorio Lolo) ad orientem urbis Ningyüen regione temperata, in rivis utrinque in jugo Dsiliba; ca. 2900—3300 *m* (Nr. 1542).

Species a congeneribus austro-americanis folii cellulis longioribus, alaribus laxis, in ventrem dispositis jam dignoscenda.

Macrothamnium setschwanicum Broth. n. sp.

Gracilescens, caespitosum, caespitibus laxiusculis, lutescentibus, vix nitidiusculis. Folia decurrentia, concava, caulina falcatula, late ovato-lanceolata, c. 2 *mm* longa et ad 0·8 *mm* lata, superne serrulata; nervis binis, fere ad medium folii protractis; cellulis angustissimis, alaribus parenchymaticis, in ventrem dispositis. Folia ramealia multo minora erecto-patentia, sicca laxe imbricata. Seta c. 3 *cm* alta, tenuissima, rubra. Theca inclinata, turgide oblonga, gibbosula, sicca deoperculata sub ore contracta. Operculum ignotum.

Prov. Setschwan: In ditione praecedentis, in silva elata mixta tergi Soso-liangdse ad terram; ca. 2600—2800 *m* (Nr. 1706).

Species *M. javensi* Fleisch. affinis, sed foliis late ovato-lanceolatis, minutius serratis jam dignoscenda.

Gollania horrida Broth. n. sp.

Robustiuscula, caespitosa, caespitibus laxiusculis, rigidis, viridibus, nitidiusculis. Caulis elongatus, repens, dense pinnatim ramosus, ramis complanatis, brevibus, arcuatulis vel longioribus, pinnatim ramulosis. Folia horride patula, concava, breviter decurrentia, homomalla, asymmetrica, ovata, in acumen breve raptim attenuata, c. 2 *mm* longa, marginibus erectis, superne serrulatis; nervis binis ad medium folii protractis; cellulis anguste linearibus, papillose exstantibus, alaribus paucis minutis, quadratis. Cetera ignota.

Prov. Hunan: In monte Yün-schan prope urbem Wukang, in silva elata frondosa umbrosa ad rupes argilloso-schistosas; c. 1180 *m* (Nr. 12.231).

Species *G. isopterygioidi* (Broth. et Par.) Broth. valde affinis, sed foliis in acumen breve raptim attenuatis, nervis longioribus et crassioribus, cellulis punctulatis, alaribus distinctioribus dignoscenda.

Brotherella piliformis Broth. n. sp.

Dioica; gracilis, caespitosa, caespitibus densiusculis, depressis, laete viridibus, nitidis. Caulis elongatus, repens, remote pinnatim ramosus, ramis patentibus, vix ultra 1·5 *cm* longis, arcuatulis, complanatis, simplicibus. Folia erecto-patentia, concava, e basi angustata oblongo-elliptica, raptim in acumen piliforme attenuata, marginibus erectis, superne minute serrulatis; enervia; cellulis linearibus, basilaribus aureis, alaribus oblongis, vesiculosis, hyalinis. Seta c. 2 *cm* alta, tenuis, rubra. Theca subhorizontalis, cylindrica, subgibbosa, sicca deoperculata sub ore contracta, rubescenti-fusca. Operculum ignotum.

Prov. Hunan: Loco praecedentis ad lignum putridum; ca. 1150 *m* (Nr. 12.193)

Species foliis raptim piliformiter attenuatis jam dignoscenda.

Brotherella Handelii Broth. n. sp.

Autoica; gracilis, caespitosa, caespitibus mollibus, densis, pallide lutescenti-viridibus, sericeo-nitidis. Caulis elongatus, repens, per totam longitudinem hic illic fusco-radiculosus, dense et regulariter pinnatim ramosus, ramis suberectis, plerumque vix ultra 5 *mm* longis, simplicibus. Folia falcatula, concava, e basi brevi, contracta ovato-lanceolata, breviter subulato-acuminata, ad 1·3 *mm* longa, marginibus anguste recurvis, superne serrulatis; enervia; cellulis anguste linearibus, basilaribus infimis aureis, alaribus oblongis, vesiculosis, aureis. Bracteae perichaetii internae erectae, sensim in subulam

minutissime serrulatam attenuatae. Seta c. 1 *cm* alta, tenuis, rubra. Theca suberecta, cylindrica, subregularis, c. 2 *mm* longa, fusca. Operculum e basi conica rostratum, rostro tenui, curvato.

Prov. Yünnan: Ad septentr. urbis Yünnanfu trans flumen Pudu-ho, 25° 40′ lat., in regione calide temperata in silva frondosa montis Sandjigu, ad truncos putridos, ca. 2700 *m* (Nr. 558).

Species pulchella, theca suberecta, cylindrica, cum nulla alia commutanda.

Homalothecium perimbricatum Broth. n. sp.

Robustiusculum, caespitosum, caespitibus densissimis, rigidis, lutescentibus, nitidis. Caulis repens, densissime ramosus, ramis erectis, c. 1 *cm* longis, strictis, teretibus, obtusis. Folia sicca arcte imbricata, humida erecto-patentia, plicata, e basi subcordata ovata vel late ovato-lanceolata, breviter acuminata, ad 2·3 *mm* longa et ad 1·2 *mm* lata, marginibus erectis, superne serrulatis; nervo longe infra apicem folii evanido; cellulis angustissime linearibus, basilaribus in pluribus seriebus laxis, alaribus quadratis. Cetera ignota.

Prov. Hunan austro-occid.: In ditione oppidi Dsingdschou, ad rupes arenaceas prope vicum Sandjingtjiao; ca. 400 *m* (Nr. 11.017)

Species distinctissima, *H. tokiodensi* (Mitt.) Besch. affinis, sed foliorum forma dignoscenda.

Meiothecium (Eumeiothecium) angustirete Broth. n. sp.

Autoicum; caespitosum, caespitibus depressis, olivaceis, nitidiusculis. Caulis repens, dense ramosus, ramis brevibus, adscendentibus. Folia sursum spectantia, lineari-lanceolata, breviter acuminata, ad 1·5 *mm* longa et ad 0·3 *mm* lata, marginibus late recurvis, integris; enervia; cellulis anguste linearibus, laevissimis, alaribus pluribus hyalinis vel aureis. Bracteae perichaetii erectae, anguste acuminatae, integrae. Seta c. 2·5 *mm* alta, tenuis, rubra, superne mamillis latis, humilibus praedita. Theca erecta vel inclinatula, oblongo-cylindrica. Cetera ignota.

Prov. Hunan: Prope urbem Tschangscha in monte Yolu-schan, ad truncos viv. *Castanopsidum* diversarum; ca. 200 *m*. (Nr. 11.460). — Ad minas Hsikwangschan prope urbem Hsinhwa in trunco vivo *Quercus* ad vicum Tindjiatang; ca. 500 *m* (Nr. 12.684).

Species *M. microcarpo* (Harv.) Mitt. affinis, sed foliorum forma cellulisque anguste linearibus dignoscenda.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Die Mikrochemie der Flavonexkrete bei den Primulinae

Von

Hermann Brunswik

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien
Nr. 182 der zweiten Folge

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1922)

Von jeher hat der »Mehlstaub« an Blättern und Blütenständen einiger heimischer und zahlreicher ausländischer Primelarten wissenschaftliches Interesse erregt.

Während schon bei de Bary[1] die anatomischen Verhältnisse — der genetische Zusammenhang mit den bekannten Köpfchenhaaren, die er als »pili pulverulenti« von den eigentlichen Drüsenhaaren abtrennte, — klargestellt erscheinen, blieb die chemische Natur dieses pulverartigen Überzuges bis in die allerletzte Zeit unbekannt.[2] So rechnete Klotzsch[3] den Mehlstaub von *Primula Auricula* L. zu den »Pseudostearoptenen« und gibt als seinen Schmelzpunkt 50° C. an. Göppert[4] erkennt seine krystallinische Natur und zählt ihn, da im kalten Alkohol leicht löslich, zu den Harzen. Wegen dieser Löslichkeit im kalten Alkohol schließt de Bary[5] das Primel- (und Farn-) Exkret bei der Behandlung der pflanzlichen Wachsüberzüge aus. Wiesner[6] jedoch stellt den Primelmehlstaub — vom physiologischen Gesichtspunkte aus — zu den unbenetzbaren Überzügen im Anschluß an die Wachse.

Bei den Studien über die hautreizende Wirkung einiger Primeln beschäftigte sich Nestler[7] auch eingehend mit dem Mehlstaubüberzug von *Primula Auricula*,

---

[1] A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, 1877, p. 105.

[2] Vgl. H. Molisch, Mikrochemie der Pflanze, 2. Aufl., Jena 1921, p. 124 und 125.

[3] H. Klotzsch, Ref. Bot. Zeitung, 10. Jahrg., 1852, p. 200.

[4] H. R. Göppert, Nov. Act. Acad. Carol. Leop. Vol. XVIII., Suppl. 1, p. 206.

[5] A. de Bary, Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Ztg., 29. Jahrg., 1871, p. 131.

[6] J. Wiesner, Über die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Ztg., 34. Jahrg.. 1876, p. 235.

[7] A. Nestler, Das Sekret der Drüsenhaare der Gattung *Primula* mit besonderer Berücksichtigung seiner hautreizenden Wirkung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-naturw. Kl., Bd. 111 (1902), p. 29 bis 51. — Vgl. auch A. Nestler, Hautreizende Primeln, Berlin 1904.

Pr. farinosa u. a. Es werden hierbei[1] sämtliche Lösungs- und Umkrystallisationsverhältnisse des weißen oder gelblichen Pulvers festgestellt, seine leichte Sublimierbarkeit gezeigt, die Acroleinreaktion und Fettfleckprobe mit positivem Ergebnisse angestellt, der Schmelzpunkt als bei 84° C. liegend bestimmt und zusammenfassend festgestellt, daß »der Mehlstaub der bestäubten Primeln somit wahrscheinlich echtes Fett enthält«. Eine hautreizende Wirkung des Mehlstaubes konnte Nestler vollkommen ausschließen.

In jüngster Zeit nun untersuchte Hugo Müller[2] den Mehlstaub von *Primula pulverulenta* makrochemisch und zeigte in eindeutiger Weise, daß er, abgesehen von geringfügigen Beimengungen wachsartiger Substanzen, nahezu ausschließlich aus Flavon $C_{15}H_{10}O_2$, Schmelzpunkt 99 bis 100° besteht, einer von Kostanecki[3] zunächst theoretisch erschlossen und hypothetisch benannten, später auf mehrfache Weise synthetisch dargestellten Substanz, die konstitutionelle Stammsubstanz aller der im Pflanzenreich so weit verbreiteten Flavonderivate. Die Methodik für den mikro-, beziehungsweise histochemischen Nachweis aller dieser Oxy- und Hydroxy-Flavone hat erst vor kurzem G. Klein[4] ausgearbeitet, das einfache Flavon selbst aber nicht berücksichtigt. Da das Flavon ein mikrochemisch anderes Verhalten wie seine zahlreichen Derivate zeigt, sich andererseits auch charakteristische Spezialreaktionen ergeben, soll seine Mikrochemie im folgenden dargestellt und zugleich seine Verbreitung als Exkret bei dem Subtribus der *Primulinae* verfolgt werden.

Löslichkeit.

Das mit einer Nadel oder einem Skalpell in kleinen Mengen leicht abschabbare Mehlstaubexkret zeigt folgende Löslichkeit: Unlöslich in kaltem Wasser, in verdünnten Mineralsäuren, konzentrierter HCl, in kalter verdünnter KOH und in NH_3; wenig löslich in kochendem Wasser, rauchender HCl, kaltem Petroläther und Olivenöl; leicht löslich in allen organischen Solventien (wie Alkohol, Äther, Aceton, Chloroform, Benzol, Xylol, Benzin, heißer Petroläther, CS_2; Eisessig, Chloralhydrat), in Terpentinöl, Zimmtöl, Nelkenöl, in konzentrierter HNO_3 und H_2SO_4 (mit gelber Farbe) und siedender KOH (gelb).

Mikrochemische Reaktionen.

Bemerkenswert ist die leichte Löslichkeit des Flavons in Äther — ganz im Gegensatz zu seinen Derivaten, deren Unlöslichkeit in

---

[1] A. Nestler, l. c., p. 40 bis 46.

[2] Hugo Müller, The occurence of flavon as the farina of the primula. Journ. of the Chem. Soc. London, Bd. 107/II (1915), p. 872 bis 878.

[3] St. v. Kostanecki u. J. Tambor, Über die Konstitution des Fisetins. Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd. 28 (1895), p. 2302, Anm. 2. — W. Feuerstein u. St. v. Kostanecki, Synthese des Flavons. Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd. 31 (1898), p. 1757. — St. v. Kostanecki u. J. Tambor, Über den Aufbau des Flavons aus seinen Spaltungsprodukten, Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd. 33 (1900), p. 333.

[4] G. Klein, Der histochemische Nachweis der Flavone, Sitzungsb. d. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 131 (1922), Heft 1, p. 23 bis 40.

Äther Klein[1] in der allgemeinen Charakteristik der Flavone hervorhebt. Weitere Unterschiede gegenüber allen Flavonderivaten sind ferner das Fehlen jeglicher Farbenreaktion mit wässerigem, beziehungsweise alkoholischem $FeCl_3$ und das Ausbleiben jeder Reaktion mit alkoholischem Bleiacetat. An positiven, charakteristischen Proben ist anzuführen:

1. Umkrystallisation mit Mineralsäuren.

Etwas Mehlstaub unter Deckglas mit konzentrierter HCl versetzt, krystallisiert langsam von selbst um (Zeichen für eine geringe Löslichkeit!) in feine Nadeln, Nadelbüschel etc. von typischem Flavonaussehen. Erwärmt man etwas Flavonexkret mit konzentrierter HCl unter Deckglas bis knapp zum Sieden, so tritt Lösung ein und beim Erkalten fällt das Flavon in schön ausgebildeten Einzelkrystallen oder großen Nadelbüscheln aus. Aus den angeführten Löslichkeiten ergibt sich als selbstverständlich, daß auch HNO_3 und H_2SO_4 bestimmter Konzentration zum Umkrystallisieren des Mehlstaubpulvers verwendet werden können, wie auch schon Nestler[2] und Müller[3] beobachteten. Am handlichsten ist jedenfalls die Umkrystallisation in heißer konzentrierter HCl und vertritt, da es sich ja zumeist um eine bereits feste, krystallinische Substanz handelt, die von Klein[4] für alle Flavonderivate empfohlene Krystallisation durch HCl-Dämpfe.

2. Mikrosublimation.

Schon ganz geringe Mengen des Primelmehlstaubs liefern — wie schon Nestler zeigte — brauchbare Sublimate. Das Flavon erscheint nach dem völligen Erkalten des Sublimates in meist rankenförmigen bis federartigen Krystallbildungen, am Rande auch in Einzelkrystallen. Die Sublimate können mit Vorteil zur Ausführung der Reaktion mit Jod (vgl. Punkt 4) verwendet werden. Läßt man Sublimationspräparate frei an der Luft durch etwa 10 Tage liegen, so sind sie im ganzen unverändert, höchstens eine geringfügige Umordnung der Einzelnadeln ist erkennbar. Das Flavon ist demgemäß bei Normaltemperatur höchstens in Spuren flüchtig.

Die Flüchtigkeit des Flavonexkrets kann daher nicht zur Erklärung des Umstandes herangezogen werden, daß auf natürlichen Standorten, z. B. die Blätter von *Primula Auricula* bei der Entfaltung dicht überdeckt sind mit dem Flavonexkret, mit zunehmendem Alter aber der Mehlstaubüberzug immer mehr abnimmt, so daß die ältesten Blätter bereits völlig exkretfrei sein können. Dies dürfte, da die Sekretion durch die Drüsenhaare nur einmal in der ersten Jugend erfolgt, demnach auf rein mechanische Weise, durch Regen, Schneedecke, Trockenheit und Wind hervorgerufen werden. Dafür spricht auch, daß bei Exemplaren von *Primula Auricula,*

---

[1] G. Klein, l. c., p. 31.

[2] A. Nestler, l. c., p. 46.

[3] H. Müller, l. c.

[4] G. Klein, l. c., p. 29.

die ich seit 2 Jahren im Zimmer ziehe, wo alle diese mechanischen Faktoren ausgeschlossen sind, noch die ältesten, schon völlig braunen Blätter den Flavonmehlstaub unverändert tragen.

3. Fluoreszenz der Lösung in konzentrierter H_2SO_4.

Für synthetisches Flavon hatte Kostanecki[1] festgestellt, daß seine Lösung in konzentrierter H_2SO_4 schön blauviolett fluoresziert. Tatsächlich zeigt der Primelmehlstaub nun ganz dieselbe Eigenschaft, wenn man eine entsprechende Menge davon in wenig Vitriolöl löst und in herkömmlicher Weise auf der schwarzen Glasplatte oder in einer schwarzen Glaskapillare[2] beobachtet. Unter den im Pflanzenreich vorkommenden Flavonderivaten zeigen nur Saponarin, Kämpferid und Kämpferol die gleiche Eigenschaft.

4. Verhalten gegen Jod.

In letzter Zeit fanden Barger und Starling[3] bei zahlreichen synthetischen α- und β-Pyronen die Fähigkeit, in ganz ähnlicher Weise, wie z. B. Stärke, Cholalsäure oder Saponarin, mit Jod blaue Adsorptionsverbindungen, beziehungsweise Mischkrystalle zu liefern. Bei synthetischem Flavon erhielten die Genannten[4] sowohl Mischkrystalle von Flavon mit Jod, permanente blaue Nadeln, wie auch eine schwarze Adsorptionsverbindung von Jod an amorphes Flavon. Tatsächlich lassen sich nun mit dem Flavonexkret der verschiedenen Primeln diese beiden Verbindungen mikrochemisch erzielen.

a) Blaue Mischkrystalle.

Etwas mit dem Skalpell abgeschabter Mehlstaub wird unter Deckglas in 96% Alkohol so gelöst, daß die alkoholische Flüssigkeit nur etwa die Hälfte des Raumes zwischen Deckglas und Objektträger einnimmt. Der noch freie Raum unter dem Deckglas wird hierauf mit Jodjodkalium ausgefüllt. An der Diffusionszone Alkohol-Jodjodkali wird durch den Wasserüberschuß das Flavon ausgefällt, und zwar in Form eines schön blauen Niederschlages, der aus Körnchen, zarten, blauen Nadeln und Nadelbüscheln, oft auch aus einem feinen Nadelfilz besteht. Diese blauen Mischkrystalle sind in Wasser, selbst in 25% bis 50% HCl beständig und unterscheiden sich hierdurch ganz eindeutig von den habituell

---

[1] St. v. Kostanecki und A. Ludwig, Über das 2-Bromflavon. Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd. 31 (1898), p. 2953 Anm.

[2] Vgl. H. Molisch, l. c., p. 32.

[3] G. Barger and W. Starling, Blue adsorption compounds of iodine. Part II and III. Derivates of α- and γ-Pyrone. Journ. of the Chem. Soc. London. Bd. 107/I. (1915), p. 411 bis 424.

[4] Barger and Starling, l. c., p. 414 u. p. 420.

ziemlich ähnlichen, aber schon wasserlöslichen, rotvioletten Saponarin-Jodmischkrystallen, wie sie Molisch[1] durch Verdampfen der alkoholischen oder wässerigen Lösung, Barger[2] und G. Klein[3] aus jodhältiger Essigsäure erzielten.

Die blauen, pleochroitischen Mischkrystalle, die Jod mit Kumarin liefert, die bereits Perkin sen. 1871 erwähnt, Barger[4] näher studierte und die seit Senft[5] zur mikrochemischen Identifikation von Kumarin Verwendung finden, können wohl ebenfalls zu keiner Verwechslung Anlaß geben.[6]

Andere wässerige Jodreagentien, wie Chlorzinkjod oder Jodwasser eignen sich, zur Fällung der alkoholischen Flavonlösung unter dem Deckglas in der beschriebenen Weise nur wenig oder gar nicht. Es entstehen keine blauen Mischkrystalle, sondern braunschwarze

b) Adsorptionsverbindungen.

In Gegenwart von Jod rasch amorph oder langsam in Krystallform gefälltes Flavon adsorbiert Jod an seiner Oberfläche derart stark, daß es zuerst violett, dann schwarzbraun bis schwarz erscheint. Flavonsublimate oder fertige Flavoneinzelkrystalle, mit einer jodhältigen Flüssigkeit betupft, verhalten sich ebenso;[7] die ursprünglich doppelbrechenden Flavonkrystalle leuchten bei gekreuzten Nicols nicht mehr auf, verlieren also scheinbar ihre Krystallnatur. Daß es sich bloß um eine Adsorptionsverbindung handelt, wie sie auch Bayer und Starling für amorphes Flavon angaben, läßt sich durch langes Waschen in H_2O nachweisen. Während nämlich kaltes Wasser, verdünnte — 50%ige HCl, bei kurzem Waschen keine

---

[1] H. Molisch, Über das Vorkommen von Saponarin bei einem Lebermoos (Madotheka platyphylla). Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1911, Bd. 29, p. 487 bis 491.

[2] G. Barger, Saponarin, a new glucoside coloured blue with iodine. Transact. of the Chem. Soc., London, 1906, Bd. 89, p. 1212.

[3] G. Klein, l. c., p. 44.

[4] G. Barger und W. Starling, l. c., (1915), p. 414 und 418.

[5] E. Senft, Über das Vorkommen und den Nachweis des Kumarins in der Tonkabohne. Pharm. Praxis, 3. Jahrg., 1904, Heft 3.

[6] Anmerkung: Die Vermutung Senft's (l. c.), daß es sich hierbei um eine analoge Verbindung wie Perkins Kumarindibromid $C_9H_6O_2.Br_2$ handelt, wurde von Barger und Starling (l. c.) nicht bestätigt. — Der Wert der mikrochemischen Spezialreaktionen von Kumarin, Saponarin und Flavon mit Jod wird durch den Umstand, daß keine eigentlichen Jodverbindungen, sondern nur blaue-rotviolette Mischkrystalle dieser Substanzen mit Jod entstehen, keineswegs geschmälert; zeigten doch gerade Barger und Starling (l. c.), daß die Konstitution der Substanz hierfür von wesentlichem Einfluß ist. Flavonderivate z. B., die eine OH-Gruppe am Pyronkern besitzen (= Flavonole!) liefern keine Jodmischkrystalle und Additionsverbindungen.

[7] Anmerkung: Die Frage, ob das Jod direkt von den Krystallflächen adsorbiert wird, oder ob an diesen ungereinigten Flavonkrystallen (auch Sublimaten) kolloidales, amorphes Flavon adsorbiert ist, das seinerseits mit Jod eine schwarzbraune Adsorptionsverbindung liefert, soll hierbei nicht entschieden werden. Im Sinne Bargers ist die letztere Annahme die wahrscheinlichere.

nennenswerte Veränderung der schwarz gewordenen Flavonkrystalle bewirkt und das adsorbierte Jod auch bei tagelangem, freiem Liegen der nachträglich behandelten Sublimate oder Krystallfällungen sich nicht verflüchtigt, gelingt es durch Einlegen der Präparate auf 24 Stunden in destilliertes Wasser das Jod zu entfernen und die ursprünglichen Krystalle — nun wieder doppelbrechend — zurückzugewinnen.

Die unter 1 bis 4 eben angeführten Reaktionen, besonders die Umkrystallisation mit konzentrierter HCl und die Fällung der charakteristischen, blauen Jodmischkrystalle, eventuell ausgeführt am Sublimat, wurden, nebst der allgemeinen Löslichkeitsprüfung, zur Ermittlung der Verbreitung der Flavonexkretion bei dem Subtribus der *Primulinae* herangezogen. Es ergaben sich hierbei zwei Typen der Flavonausscheidung durch die Köpfchendrüsenhaare: Das bei der Exkretion in fetter Lösung (vgl. Reaktionsergebnisse von Nestler, l. c.!) befindliche Flavon krystallisiert entweder nach Durchtreten der Kutikula in Kürze aus, was dann, je nach dem Gehalt an sonstigen Beimengungen als weißlicher oder gelblicher »Mehlstaub« erscheint, oder das Flavon wird in dieser fetten Lösung zähe festgehalten und ist aus dem bis ins Alter der Pflanze flüssigbleibenden Drüsenexkret nur durch chemische Mittel krystallisiert fällbar. In ersterem Falle konnte auch Herbarmaterial geprüft werden, während die flüssigbleibenden Drüsenexkrete nur an lebenden Pflanzen untersucht werden können.

1. Krystallisierte Flavonausscheidung (»Mehlstaub«)

findet sich bei den Gattungen *Primula* und *Dionysia*. Von den über 150 beschriebenen Primelarten konnten 74 Arten untersucht werden. Flavon, an irgend einem Pflanzenteil (Blatt, Blattrand; Blütenstiel, Kelch, Kelchzipfel) ausgeschieden, ließ sich bei folgenden 25 Arten nachweisen:[1]

Pr. malacoides Franch (III. S., Nr. 21); *Pr. verticillata* Forsk (IV. S., Nr. 24); *Pr. petiolaris* Wall. var. *pulverulenta* Hook (V. S., Nr. 26), *Pr. Hookeri* Watt (V. S., Nr. 27); *Pr. capitellata* Boiss. (IX. S., Nr. 46), *Pr. algida* Adams (IX. S., Nr. 47); *Pr. capitata* Hooker (nach H. Müller, l. c., X. S., Nr. 54), *Pr. denticulata* Sm. var. *Cashmiriana* Hooker (X. Sect., Nr. 55); *Pr. stricta* Hornem. (XI. S., Nr. 66), *Pr. farinosa* L. (XI. S., Nr. 68), *Pr. scotica* Hook. (XI. S., Nr. 69), *Pr. longiflora* All. (XI. S., Nr. 70), *Pr. frondosa* Janka (XI. Sect., Nr. 71); *Pr. minutissima* Jacquem (XII. S., Nr. 73), *Pr. Heydei* Watt (XII. S., Nr. 74); *Pr. Stuartii* Wallich (XIV. S., Nr. 84), *Pr. nivalis* Pall. Varietäten (XIV. S., Nr. 85); *Pr. Fauriae* Franch (XVI. S., Nr. 94); *Pr. japonica* Gray (nach H. Müller, l. c., XIX. S., Nr. 118); *Pr. Auricula* L. (XX. S., Nr. 126), *Pr. Palinuri* Petagna (XX. S., Nr. 127), *Pr. marginata* Curt. (XX. S., Nr. 128), *Pr. pubescens* Jacq. (= *Pr. Auricula* × *hirsuta*); *Pr. Americana* Rydb. (1901); *Pr. longipes* Fr. u. Sint. (Ind. Kew. 1904).

---

[1] Nomenklatur, Sektioneneinteilung (S.) und fortlaufende Numerierung nach F. Pax, Monographische Übersicht über die Arten der Gattung *Primula*, Engl. Bot. Jahrb. f. Syst., X. Bd. (1889), p. 75 bis 241).

Bei der auf Persien, Turkestan und Afghanistan beschränkten Gattung *Dionysia* (20 Arten)[1] konnten drei Arten mit kryst. Flavonausscheidungen gefunden werden: *Dionysia revoluta* Boiss. (Nr. 1), *Dionysia tapetodes* Bunge (Nr. 6) und *Dionysia diapensiifolia* Boiss. (Nr. 20). Die gelbliche Exkretmasse an Blattunterseite, Kelch und Blumenkronröhre besteht aus einem Gewirr langer, fädiger Krystallbildungen, die sich trotz ihrer morphologischen Verschiedenheit mikrochemisch genau ebenso verhalten wie der kleinkörnig-krystallinische Flavonmehlstaub bei den Primeln.

2. Flavon als Bestandteil von flüssig bleibendem Drüsenexkret.

Auch in dem stets flüssig bleibenden Exkret der Drüsenhaare von *Primula sinensis* Ldl. kann Flavon eindeutig in reichlicher Menge nachgewiesen werden. Nestler[1] beschäftigte sich bereits eingehend mit diesem manchmal hautreizenden Sekret und zeigte, daß es im Gegensatz zu den Sekrettröpfchen bei *Primula obconica* Hance u. a., durch verdünnte oder konzentrierte HCl in eine Masse nadel- oder garbenförmiger Krystallaggregate umgewandelt wird. Diese Krystalle sind nun nichts anderes als Flavon, da mit ihnen sämtliche angeführten Reaktionen genau so verlaufen wie mit Mehlstaub (vgl. nachfolgende Tabelle).

Reibt man einen Objektträger leicht an der Unterseite eines Blattes von *Primula sinensis,* so sind zahlreiche, grüngelbliche Sekrettröpfchen daran abgedrückt. Man fällt entweder zuerst das Flavon mit HCl aus seinem fettigen Lösungsmittel oder man verwendet die Sekrettröpfchen direkt zur Reaktion, z. B. zur Sublimation oder zur Erzielung der blauen, filzförmigen Mischkrystalle mit Jod, wozu bei der nötigen Vorsicht selbst ein einziger Sekrettropfen genügt. Behandelt man die Sekrettröpfchen unter Deckglas mit Jodwasser, so bilden sich in jedem langsam Flavonkrystalle, die zugleich Jod derart adsorbieren, daß sie hell- bis dunkelbraun erscheinen.

Dieser Befund stimmt nun mit den Untersuchungsergebnissen von Nestler über die hautreizende Wirkung der Primelexkrete gut überein. Mehlstaub, somit Flavon $C_{15}H_{10}O_2$, ist nach Nestler's Versuchen sicher nicht hautreizend und auch der durch Sublimation gewonnene Bestandteil des Sekrets von *Primula sinensis* (= Flavon) »hatte keine hautreizende Wirkung zur Folge«. Die im Drüsenhaarsekret von *Primula obconica* auftretenden und durch Sublimation abtrennbaren Krystalle hingegen, die als solche nach zwei Versuchen Nestler's eine intensiv hautreizende Wirkung haben, unterscheiden sich, wie die Tabelle zeigt, auch chemisch wesentlich von den Krystallen bei *Primula sinensis* — sind also sicherlich kein Flavon (vgl. Tabelle, Rubrik 3, 7, 8, 12, 14, u. 18) Ob sie, da ihre Lösungsverhältnisse denen des Flavons doch einigermaßen ähnlich, eine dem Flavon nahestehende Substanz sind, läßt sich mikrochemisch wohl nicht entscheiden.

---

[1] Nomenklatur und fortlaufende Nummer nach Engler, Das Pflanzenreich, Bd. IV./237 (1905), p. 160ff.

[2] A. Nestler, l. c., p. 34 bis 36.

Übersichtstabelle der Reaktionen mit den Krystallen im Sekret von *Primula obconica*, *Pr. sinensis* und des Primelmehlstaubes.

Rubrik Nr.	Reagens	Mehlstaub von *Primula Auricula* L. (= Flavon)	Krystalle aus dem Sekret von *Pr. sinensis* (= Flavon)	Krystalle aus dem Sekret von *Pr. obconica* (= x?)
1	H_2O kalt	unlöslich	unlöslich	unlöslich
2	H_2O heiß	teilweise löslich, teilweise zu Tropfen zusammengeschmolzen	teilweise löslich, teilweise bloß zu Tropfen zusammengeschmolzen	gut löslich
3	25% HCl	unlöslich	unlöslich	löslich
4	70% HCl	unlöslich; langsame Umlagerung	unlöslich; langsame Umkrystallisation	löslich
5	konz. HCl	kaum löslich (in der Hitze löslich)	kaum löslich (in der Hitze löslich)	löslich
6	konz. H_2SO_4	mit schwach gelber Farbe gelöst	mit gelblicher Farbe löslich	löslich unter Bildung eines blauen Zwischenprodukts (bl. Tropfen und Filz)
7	Fluoreszenz der Lösung in konz. H_2SO_4	blau	blau	keine
8	KOH kalt (10% bis 50%)	unlöslich	unlöslich (wenn auch Zusammenfließen der Krystalle zu Tropfen unter Einfluß des ursprünglichen, nicht entfernten Lösungsmittels)	10% KOH: löslich in zart rosa Farbe; 50% KOH: löslich unter vorübergehender Grünfärbung

9	KOH heiß	mit gelber Farbe gelöst und abgebaut	—	—
10	$Ba(OH)_2$	unverändert	keine Reaktion	—
11	NH_3 konz.	schwer löslich (bloß langsame Umlagerung)	langsam löslich	langsam löslich
12	Jodjodkalium	Die intakten Krystalle adsorbieren Jod bis zur Schwarzfärbung	intakte Krystalle adsorbieren Jod bis zur Schwarzfärbung	Verschwinden der Krystalle — Bildung dunkelbrauner Tropfen
13	Jodtinktur	Nach Abdampfen des Alkohols schwarze Einzelkrystalle (Adsorption v. J.)	nach Abdampfen des Alkohols schwarze Einzelkrystalle (Adsorption v. J.)	nach Abdampfen des Alkohols Rückstand dunkelbrauner Tropfen
14	Jodjodkalium zur alkohol. Lösung	Fällung blauer Mischkrystalle (Nadeln, feiner Nadelfilz)	Fällung blauer Mischkrystalle (Nadeln, feiner Nadelfilz)	dunkelbraune Tropfen gefällt
15	alk. $FeCl_3$	Lösung ohne Farbreaktion	Lösung ohne Farbreaktion	Lösung ohne Farbreaktion
16	wäss. } alk. } Bleiacetat	keine Fällung	keine Fällung	keine Fällung
17	Bleiessig	keine Fällung	keine Fällung	keine Fällung
18	Sublimationsform	farblose Nadeln und Ranken; Nadelaggregate	farblose Nadeln und Ranken; Nadelaggregate	gelbliche Prismen, rhombische Plättchen, Kombinationen: große Nadelspieße

Bezüglich des flüssigen Sekretes von *Pr. sinensis* ergibt sich noch folgende Frage: Nach Nestler ist *Pr. sinensis* schwach hautreizend; da von vorneherein angenommen werden müßte, daß die Giftsubstanz bei *Pr. sinensis* dieselbe ist, wie bei *Pr. obconica* Hance, *Pr. cortusoides* L., *Pr. Sieboldii* Morren und *Pr. mollis* Hook., alles Angehörige derselben Sektion *(Sinenses)*, so müßten aus dem Sekret auch Krystalle von denselben Eigenschaften wie bei *Pr. obconica* zu erzielen sein. Dies ist nun weder bei meinen Untersuchungen gelungen, noch erwähnt Nestler (l. c.) etwas davon. Diese mikrochemische Deduktion gelangt daher zu demselben Zweifel an der hautreizenden Wirkung von *Primula sinensis* überhaupt, wie er sich in dem Urteile Nestlers spiegelt, wenn er zusammenfassend[1] schreibt: »Es ist sogar nach allen Erfahrungen möglich, daß manche Individuen der *Primula sinensis* aus unbekannten Gründen überhaupt kein giftiges Sekret besitzen.« Immer jedoch ist in diesem flüssigen Drüsensekret der *Pr. sinensis* Flavon enthalten und *Pr. sinensis* stellt gewissermaßen den hygrophytischen Typus der Flavonexkretion dar, gegenüber dem mehr xerophytischen, mit Lösungsmittel sparenden Typus unserer »Mehlstaubprimeln«.

Schließlich wurde auch das flüssig bleibende Drüsenexkret von *Cortusa Matthioli* L. auf die Anwesenheit von Flavon mit positivem Ergebnisse geprüft. Nestler[2] hat die hautreizende Wirkung dieser Pflanze festgestellt und hierbei auch mikrochemische Angaben über das Drüsensekret gemacht.

Nach Nestler finden sich in den Sekretmassen kleine, nadelförmige oder prismatische Krystalle, die aber, gelöst in Alkohol oder Äther, daraus nicht mehr zurückgewonnen werden konnten; auch eine Sublimation gelang nicht. Daher schien es sich um einen ganz anderen Körper wie bei den Primeln zu handeln.

Zunächst erhielt auch ich dieselben Resultate wie Nestler. Löst man aber ganz so wie bei *Primula sinensis* das Sekret in Alkohol und setzt unter Deckglas Jodjodkalium zu, so gelangt ein rein blauer Nadelfilz, oft in zarten, schneeflockenförmigen Gebilden angeordnet, zur Ausfällung, der in konzentrierter HCl in der Kälte unlöslich (bloß rotvioletter Farbenumschlag), durch Erwärmen in braune Nadelbüschel umkrystallisierbar ist und — in größerer Menge gesammelt — auch ein farbloses Sublimat in Form von Einzelnadeln oder Ranken gibt, somit in allem identisch mit den Flavon-Jodmischkrystallen erscheint. Eine direkte Ausfällung des Flavons aus den auf einen Objektträger abgestreiften Sekrettropfen gelingt nun weder durch Behandlung mit verdünnter, noch mit konzentrierter HCl, wohl aber durch Einwirkung von kalten Salzsäuredämpfen (aus rauchender HCl freiwerdend; Anordnung in der Glaskammer nach G. Klein[3]). Die einzelnen Tropfen erscheinen

---

[1] A. Nestler, l. c., p. 36.

[2] A. Nestler, *Cortusa Matthioli* L., eine stark hautreizende Pflanze. Ber. der Deutschen botan. Ges., 1912, Bd. 30, p. 330 bis 334.

[3] G. Klein, l. c., p. 29.

dann nahezu völlig umgesetzt in ein Gewirr von Nadelkrystallen, ähnlich wie bei *Pr. sinensis.* An freier Luft aber sieht man in kürzester Zeit diese Krystalle abschmelzen und schließlich zu der ursprünglichen, homogenen Sekretmasse werden, aus der sie durch neuerliche Einwirkung von HCl-Dämpfen wieder zurückgewonnen werden können. Auch in destilliertem H_2O, 25%, 60% und konzentrierter HCl bilden sich unter Einfluß des intakt gebliebenen Lösungsmittels die Krystalle sofort in Tropfen um oder gehen durch dessen Vermittlung ganz in Lösung. Setzt man aber die Sekrettropfen nach Einwirkung der HCl-Dämpfe (Krystallausfällung) sofort auf 1 bis 2 Minuten kalten Joddämpfen aus, wie sie in einem Gefäß mit sublimiertem Jod enthalten sind, so färben sich die nadelförmigen Krystalle braunviolett bis schwarz (»Jodadsorptionsverbindung!«) und sind so dauernd haltbar in freier Luft, unlöslich in H_2O, Jodjodkalium, verdünnter und konzentrierter HCl, lassen sich mit heißer konzentrierter HCl unter Deckglas in Nadelbüscheln umkrystallisieren und liefern auch ein typisches, farbloses Nadel- und Rankensublimat. Bei *Cortusa Matthioli* L. befindet sich das Flavon in einer derart innigen Fettlösung, daß die durch HCl-Dämpfe gefällten Flavonkrystalle nur durch die gewissermaßen fixierende Wirkung von Joddämpfen dauernd gewinnbar und in ihrer wahren Löslichkeit zu verfolgen sind.

Auch bei *Cortusa Matthioli* muß demnach die hautreizende Giftsubstanz in der amorphen Sekretgrundmasse enthalten sein, während die auf die angegebene Weise reichlich ausfällbaren Krystalle die mikrochemischen Reaktionen des Flavons geben.[1]

Zusammenfassung.

Das von Hugo Müller durch makrochemische Analyse als Hauptbestandteil des Primelmehlstaubs entdeckte Flavon $C_{15}H_{10}O_2$ ist, abgesehen von seiner Löslichkeit, durch folgende mikrochemische Reaktionen gekennzeichnet: 1. Umkrystallisation in heißer konzentrierter HCl unter Deckglas zu charakteristischen Krystallen; 2. aus der alkoholischen Lösung fällt Jodjodkalium leuchtend blaue nadelbüschel- oder nadelfilzförmige Jod-Flavonmischkrystalle, die selbst in 50% HCl unlöslich; 3. auch fertig ausgebildete Flavonkrystalle adsorbieren Jod stark bis zur Schwarzfärbung und halten es zähe fest; 4. Flavon liefert ein nadel- oder rankenförmiges, farbloses Sublimat, an dem die Jodreaktionen (2 und 3) mit Vorteil ausführbar; 5. blaue Fluoreszenz der Lösung in konzentrierter H_2SO_4. Außer im »Mehlstaub«-Exkret von 25 *Primula*-Arten konnte Flavon als feste Ausscheidung bei

[1] Anmerkung: Flavon dürfte sich wohl in dem flüssigbleibenden Drüsensekret noch anderer *Primulinae* finden, was sich aber nur an lebendem Pflanzenmaterial nachweisen läßt.

3 Arten der Gattung *Dionysia* nachgewiesen werden. *Primula sinensis* Ldl. und *Cortusa Matthioli* L. enthalten in ihrem flüssigbleibenden Drüsenexkret sehr reichlich Flavon in ± inniger Lösung, während der von Nestler entdeckte krystallisierbare, hautreizende Körper von *Primula obconica* Hance die Flavonreaktionen nicht gibt und sich auch durch andere Löslichkeit unterscheidet.

Zum Schlusse möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Hofrat Prof. Dr. H. Molisch sowie auch Herrn Assistenten Dr. G. Klein für die mir zuteil gewordenen Anregungen bestens danken.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften in Wien
Pflanzenphysiologische Abteilung, Vorstand W. Figdor
Nr. 77.

Über die Entwicklung der Wendeltreppenblätter von *Helicodiceros muscivorus* Engl.

Von

Wilhelm Figdor

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1922)

Die Verschiedenheit der Blattgestalt ist wohl bei keiner Familie der Monocotyledonen so überaus auffällig als bei der der Araceen.[1] Denn abgesehen davon, daß die Vertreter der einzelnen hierher gehörigen Gattungen nicht selten voneinander ganz abweichende Formen der Assimilationsorgane zeigen, wechseln diese selbst bei ein und derselben Art oftmals während ihrer Individualentwicklung in der mannigfaltigsten Weise.[2] Worauf die Plastizität des Protoplasmas, die hierfür letzten Endes verantwortlich gemacht werden muß, beruht, ob sie durch innere, in der Organisation der Pflanze gelegene Verhältnisse oder durch äußere Kräfte (Licht, Feuchtigkeit usw.) bedingt wird, ist bisher nicht bekannt geworden.

Eine der merkwürdigsten Blattbildungen, die das Pflanzenreich überhaupt aufweist, zeigen Exemplare der bei der oben erwähnten

---

[1] Vgl. A. Engler: *Araceae* in Engler und Prantl's nat. Pflanzenfamilien, II. T., 3. Abt., p. 102 ff., und A. Engler: Das Pflanzenreich. *Araceae*, IV., 23. Abt. (Pars generalis und Index familiae generalis). Daselbst die Hinweise auf das Genus *Helicodiceros.*

[2] Siehe auch in A. Engler: Das Pflanzenreich, IV. 23. C. *Araceae-Lasioideae*, die Abbildung von *Dracontium polyphyllum* oder von *Anadendrum medium (Pothos flexuosa)* nach Ridley: *Pothos flexuosus*, Hort. in Gardeners chronicle, I., p. 527 (1894).

Familie eingereihten Gattungen *Helicodiceros* und *Helicophyllum.* Ich habe die einzig bekannte Art der ersterwähnten Gattung (*H. muscivorus* Engl., *H. crinitus* Schott) in einem Gewächshaus in Kultur und zwar seit dem Jahre 1913. Dieselbe ist eine Knollenpflanze und läßt sich durch jährlich an der Stammknolle verschieden zahlreich auftretende Brutknöllchen[1] leicht vegetativ vermehren. Im Laufe der aufeinanderfolgenden Jahre zog ich auf diese Weise 27 einjährige, 28 zwei-, 32 drei-, 23 vier-, 18 fünf-, 15 sechs-, 5 sieben-, 6 acht- und 4 neunjährige Exemplare heran.

Da die Blätter am Ende einer jeden Vegetationsperiode einziehen, sodaß jedes Jahr neue sich in den Dienst der Assimilation stellen,[2] kann man durch genaue Bezeichnung der einzelnen Gewächse feststellen, wie alt sie sind. An diesen beobachtete ich fortlaufend den Aufbau, die Gestalt der Assimilationsorgane in Abhängigkeit von dem Alter der Pflanzen. Obwohl ich meine Aufzeichnungen hierüber noch fortführe, möchte ich doch schon heute einige ganz interessante Ergebnisse, wenigstens meiner Meinung nach, veröffentlichen.

Es stellte sich heraus, daß die Blätter auch hier eine Jugendform aufweisen, die, wie gewöhnlich, nicht unvermittelt in die Folgeform übergeht. Diese selbst ist aber nicht unveränderlich, sondern zeigt im Laufe der Jahre eine gesetzmäßige, fortschreitende Entwicklung, wie zahlenmäßig nachgewiesen werden soll. Es wäre eine überaus dankenswerte Aufgabe nun in der freien Natur — die Pflanze ist in Korsika, Sardinien und der Iberischen Provinz[3] heimisch — Nachschau zu halten, ob die Wachstumsverhältnisse der Assimilationsorgane auch dort dieselben sind wie bei den hier gehaltenen Individuen. Vielleicht gelingt es an solchen der Frage nach den Ursachen der Blattgestalt mit Erfolg näher zu treten.

Nebenbei sei gesagt, daß ganz ähnliche Gesetzmäßigkeiten im Aufbau der Blätter, wie sie in der Folge beschrieben werden sollen, nach meinem Dafürhalten auch für den Genus *Helicophyllum*[4] und andere nahe verwandte Gattungen gelten werden.

Über die Entwicklung der Knolle, deren Gestalt nebst der Beschreibung der anatomischen Verhältnisse wird, da ich in der Literatur diesbezüglich keine Angaben gefunden habe, an anderer Stelle berichtet werden.

---

[1] Engler erwähnt das Vorkommen solcher bei unserer Art nicht.

[2] Engler: Vergleichende Untersuchungen über die morphologischen Verhältnisse der *Araceae.* Nova acta der Kais. Leopold.-Karol. Deutschen Akademie d. Naturf., Bd. 39 (1877), Nr. 4, p. 201.

[3] Engler: Das Pflanzenreich (Pars generalis), l. c., p. 104.

[4] Auch diese Gattung ist an Arten arm; es sind im ganzen nur fünf aus Armenien, Turkestan, Palästina und Sibirien bekannt.

I. Die Gestalt der Assimilationsorgane.

Bereits Engler[1] erwähnt, daß das Blatt in Stiel und Spreite gegliedert und letztere deutlich cymös verzweigt ist, die Basen der Seitenabschnitte voneinander entfernt sind und das Blatt daher entschieden fußförmig (pedatifid) ist. Die äußeren Blattabschnitte sind um die Seitenrippen spiralig gedreht.

Goebel[2] beschreibt das Blatt unserer Art näher und sagt »daß die Blattspreite unten 2 Lappen hat, die es (es soll wohl heißen sie) pfeilförmig machen würde, wenn sie einfach blieben. Sie verzweigen sich aber sympodial![3] Diese Zipfel sind aber nicht wie bei *Sauromatum* in einer Ebene ausgebreitet, sondern wendeltreppenartig gedreht, sodaß die Blattzipfel an einer zentralen Achse angeordnet erscheinen. Diese ist aber nichts anderes als der verdickte äußere Rand der Basis der einzelnen Lappen«. Letztere Behauptung trifft nicht ganz zu, wie wir noch sehen werden. Nach Goebel werden derartig gebaute Blätter heute ganz allgemein Wendeltreppenblätter[4] genannt. Ich möchte noch erwähnen, daß die Windungen der wendeltreppenartig geformten Auswüchse an den beiden Blatthälften immer im entgegengesetzten Sinne, stets von innen beginnend nach außen gegen die Blattspitze zu verlaufen, so zwar, daß die Torsion auf der rechten Blatthälfte (von der Mitte der Pflanze gegen die Blattspitze zu gesehen) im Sinne des Uhrzeigers, auf der linken in entgegengesetzter Richtung verläuft.

[1] Vgl. Schott: Österr. bot. Wochenblatt, III (1853), p. 369, und Engler: Beiträge zur Kenntnis der *Araceae*. V. Bot. Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Bd. V (1884), p. 151. Das gleiche wird von *Helicophyllum* und *Dracunculus* erwähnt. Siehe auch Engler und Prantl: *Araceae*, p. 148.

[2] Goebel: Organographie, I. Aufl. (1898 bis 1901), p. 520, und II. Aufl. (1913), p. 25.

[3] Bei *Helicophyllum, Dracunculus, Sauromatum* u. a. geschieht dasselbe. An der Hand der beigegebenen Figur wird dies für *Helicodiceros* näher erklärt.

[4] So gestaltete Blätter sind den Mitteilungen desselben Forschers (Über Wendeltreppenblätter. Naturw. Rundschau, Bd. 26 [der neuen Folge X. Bd.], Jahrg. 1911, p. 97 ff.) zufolge auch Dicotyledonen, und zwar 2 *Begonia*-Hybriden (*B. Rex* f. *Comtesse Luise Erdödy* und *B. ricinifolia* f. *Wehleana*) eigen. Bei den eben genannten Sports — um solche handelt es sich wohl — kommt die Wendeltreppenblattform dadurch zustande, daß die basalen Partien einer jeden Blatthälfte nicht in den Dauerzustand übergehen, sondern ihr Wachstum längere Zeit hindurch unter gleichzeitiger Änderung ihrer ursprünglichen Wachstumsrichtung fortsetzen. Am schönsten zeigt sich diese Blattform, wenn man Pflanzen als Blattstecklinge kultiviert und alle sich bildenden Adventivsprosse entfernt. So konnte Goebel an den eben genannten Pflanzen innerhalb weniger Wochen 3 Schraubenwindungen entstehen sehen, einige Pflanzen bildeten sogar 7 Umläufe und Goebel meint, daß derartige Individuen unbegrenzt wachsen könnten. Schließlich sterben sie aber infolge innerer Ursachen ab. Die Entwicklung der Wendeltreppenblätter ist hier gänzlich verschieden von der bei den Monocotyledonen, wie von mir gezeigt werden wird. Über das Auftreten von Spiralen überhaupt vgl. auch H. Molisch: Goethe, Darwin und die Spiraltendenz im Pflanzenreiche. Naturw. Wochenschrift, Bd. 35 (der neuen Folge 19. Bd.), p. 625.

Wie die Wachstumsweise der Wendeltreppenblätter ist, wird wohl am ehesten klar, wenn ich die Entwicklung der im Laufe der Jahre nacheinander auftretenden Blätter beschreibe.

Wenn die einjährigen Knöllchen zu Beginn der Vegetationsperiode in gute, etwas sandige Erde eingesetzt und im Kalthause gehalten werden, so bildet jeder Sproß[1] zunächst 1 bis 2 scheidenförmige Niederblätter[2] und einige wenige, meist 3, länglich lanzettlich geformte Laubblätter. Während der folgenden Jahre treten an den neu gebildeten Assimilationsorganen an ihrer Basis rechts und links Auswüchse auf, sodaß die Blattgestalt als »pfeilförmig« bezeichnet werden muß. Diese wie auch alle in der Folge gebildeten Lappen werden von einem deutlich ausgeprägten Gefäßbündel in der Mitte durchzogen. Das nächste Entwicklungsstadium zeigt eine Teilung des erstgebildeten seitlichen Blattabschnittes, beziehungsweise das Auftreten eines neuen Lappens ganz in der Nähe der Übergangsstelle der Lamina in den Blattstiel. Merkwürdigerweise ist die Wachstumsrichtung dieses jüngsten Lappens eine durchaus andere wie die des ganzen Pfeilblattes; während dasselbe die gewöhnliche charakteristische fixe Lichtlage einnimmt, wächst der neu hinzu gekommene Zipfel wohl infolge einer geotropischen Umstimmung der Leitungsbahnen oder vielleicht auch wegen Spannungsverhältnisse mehr weniger negativ geotropisch aufwärts unter gleichzeitiger Drehung (in der schon früher angegebenen Richtung) von etwas mehr als 90° und weniger als 180°. Infolge der geringen Ausbildung von mechanischen Elementen neigen die Enden der Blattlappen auf die jenseits gegenüberliegende Blatthälfte hinüber, wie die beifolgende Figur zeigt.

An älteren Blättern entsteht neuerdings, gewöhnlich in der Mitte der Länge des jüngst gebildeten Lappens, ein weiterer Zipfel, und zwar, ebenso wie alle in der Folge sich bildenden, auf jener Seite, die, morphologisch genommen, dem Zentrum der Abstammungsachse zunächst liegt. Derselbe wächst zunächst, wie der im Vorjahre zur Entwicklung gekommene, negativ geotropisch weiter und neigt, sobald er seine definitive Länge erreicht hat, über, während der mütterliche Lappen in seinem oberen Ende zur Seite gedrängt wird.

Dieser nimmt dann eine annähernd horizontale, dem Lichte gegenüber ihm zusagende Stellung ein. So schreitet die Ausbildung des Blattes vorwärts unter Beibehaltung der einmal eingeschlagenen Richtung und Drehung. An meinen beiden Mutterpflanzen, über deren Alter ich nichts sagen kann, da ich sie seinerzeit aus dem Auslande käuflich erworben habe, beobachtete ich an einem Blatte

---

[1] Manchmal geschieht es, daß die Knöllchen, insbesondere schwächliche, erst im 2. Jahre austreiben.

[2] Solche treten stets auch an älteren Individuen auf. Bei diesen sind an den Niederblättern öfters Rudimente einer Blattspreite, gewöhnlich einer pfeilförmigen, nur etliche Millimeter lang, zu beobachten.

bis zu 5 Zipfel, während Goebel ein solches mit 7 Zipfeln abbildet. Wie wir gesehen haben, handelt es sich also hier in der Tat um eine ausgesprochen sympodiale Entwicklung eines Blattes.

Engler[1] bemerkt auch schon bei der kurzen Beschreibung der Blätter dieses Genus sowie auch von *Helicophyllum* und *Dracunculus* »Die Entwicklnng der neu hinzukommenden Glieder erfolgt immer erheblich später und langsamer als die der früheren«.



Die 4 Blätter einer fünfjährigen Pflanze. Das jüngste Blatt ist pfeilförmig gestaltet, die drei anderen, in der Reihenfolge der Zahlen entstanden, tragen je 2 Zipfel auf jeder Blatthälfte. (Auf 1/3 verkleinert.)

Ich möchte dem hinzufügen, daß die einzelnen Blattabschnitte schon in der frühesten Jugend angelegt werden, noch in der Knospenlage, die äußerst kompliziert ist und auf die hier nicht eingegangen werden soll.

Im Gegensatze zu Goebel[2] muß ich endlich erwähnen, daß in dem Aufbau der zentralen Achse der Wendeltreppe, von der die einzelnen Lappen ausladen, nicht nur »der verdickte äußere Rand

---

[1] Vgl. Engler: *Araceae* in den nat. Pflanzenfamilien, p. 104.

[2] Gaebel: Organographie, I. Auflage, p. 520.

der Basis der einzelnen Lappen«, sondern mindestens die ganze äußere Hälfte der Lappenbasis unter Inanspruchnahme der Gefäßbündel dieser beteiligt ist.

Gelegentlich kommt es auch vor, daß die beiden Hälften ein und desselben Blattes untereinander asymmetrisch sind und zwar in den verschiedensten Altersstadien eines Exemplars. Ich konnte z. B. beobachten, daß die eine Blatthälfte länglich-lanzettlich, die andere hingegen pfeilförmig, oder daß die eine Blatthälfte, wie eben erwähnt, geformt war, während die andere bereits einen Lappen trug, der negativ geotropisch aufwärts wuchs. Auch typische Wendeltreppenblätter weisen oftmals derartige Asymmetrieverhältnisse auf, so zwar, daß an der einen Blatthälfte 1, manchmal sogar 2 Lappen mehr ausgebildet sind wie an der anderen. Hand in Hand damit tritt naturgemäß eine ungleiche Anzahl der Windungen in den betreffenden Längshälften auf.

Von meinen Versuchen, die Ursachen für das Zustandekommen der wendeltreppenartig gewundenen Fortsätze zu ergründen, möchte ich nur erwähnen, daß das Licht hierbei direkt keine Rolle spielt. Denn im Dunkeln aus Knollen herangezogene Exemplare zeigten auch Andeutungen von Torsionen der Blattlappen; die Lamina kam niemals zur vollen, normalen Entfaltung und war stets erheblich kleiner als an Lichtpflanzen. Auffälligerweise wiesen die Blattstiele eine bedeutende Überverlängerung auf im Vergleiche zu normal kultivierten Pflanzen; der hier beobachtete Typus des Etiolements stimmt demnach mit dem für die Dicotyledonen eigentümlichen überein.[1] Meiner Meinung nach wird die merkwürdige Blattgestalt durch innere, im Wesen der Pflanze gelegene Momente begründet sein; es handelt sich also um eine inhärente Erscheinnng, die wir einstweilen nur biologisch deuten können.[2]

II. Über die Zahl der während einer Vegetationsperiode gebildeten Blätter.

Engler[3] erwähnt, daß ein jeder Sproß meist 3 Laubblätter trägt (für *Helicophyllum* werden 4 angegeben). Soweit meine Beobachtungen reichen, trifft dies nur für jugendliche Pflanzen zu; an älteren (9jährigen), kräftigen Exemplaren konnte ich nicht selten 5 zählen und an noch älteren sogar bis zu 7. Die letztgemachte Angabe bezieht sich auf die beiden Mutterpflanzen meiner Kulturen.

---

1 Wiesner: Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiolog. Gebiete, I. Abhandlg. Orientierende Versuche über den Einfluß der sg. chem. Lichtintensität auf den Gestaltungsprozeß der Pflanzenorgane. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 102, Abb. I (1893), p. 50.

2 Goebel: l. c., p. 521.

3 Engler: Vergleichende Untersuchungen über die morphologischen Verhältnisse der Araceen, l. c.

III. Die Beziehungen zwischen dem Alter der Blätter und deren Gestalt.

Vorerst muß gesagt werden, daß der Begriff »Alter« in zweifacher Hinsicht zu nehmen ist, wenn die Gestaltung der Blätter in Abhängigkeit von ihm besprochen werden soll. Es ergeben sich nämlich nicht nur Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung sämtlicher Assimilationsorgane während einer Vegetationsperiode, sondern auch im Laufe der Ontogenese der Pflanze. Wenden wir uns zunächst den ersterwähnten Verhältnissen zu.

Die Beobachtung zahlreicher Exemplare hat gezeigt, daß entweder alle während eines Jahres gebildeten Blätter dieselbe Gestalt aufweisen oder eine untereinander verschiedene. Jenes trifft, soweit ich gesehen, nur für jugendliche Pflanzen[1] zu. Für gewöhnlich sind die Blätter solcher durchaus länglichlanzettlich oder nur ausnahmsweise pfeilförmig gestaltet.

Dieses hingegen beobachtet man an älteren Pflanzen, und zwar ist die Ausgestaltung der Lamina entweder eine fortschreitende, bei welcher sie schließlich stehen bleibt,[2] oder zuerst eine fortschreitende, bis zu einem gewissen Höhepunkte, und dann eine rückschreitende. Es treten also hier ganz analoge Verhältnisse zutage; wie sie z. B. für die Größenausbildung der Blätter gewisser sommergrüner Laubhölzer typisch sind.

Des Raummangels halber kann ich an dieser Stelle nicht alle meine Aufzeichnungen wiedergeben und möchte deshalb nur durch je ein Beispiel das Gesagte erläutern.

An einer älteren Pflanze mit 5 Blättern waren die 3 jüngsten pfeilförmig, die 2 letzt gebildeten hingegen typische Wendeltreppenblätter mit je einem Lappen auf jeder Blatthälfte. Eine der Mutterpflanzen bildete im Laufe eines Jahres 7 Blätter aus. Das jüngste Blatt besaß 2 Lappen, die 3 nächstfolgenden je 3 und das jüngste wieder nur 2 Lappen.[3] Hand in Hand mit dieser Gestaltung war die Anzahl der spiraligen Windungen bei den nacheinander gebildeten Blättern naturgemäß eine verschiedene.

Wenn wir nun bei den Pflanzen der verschieden alten Jahrgänge nachsehen, wann, d. h. in welchem Alter die eingangs beschriebenen Blattformen auftreten, so ergibt es sich, daß die länglichlanzettlichen Blätter normalerweise an 1- bis 2jährigen Exemplaren und nur ganz ausnahmsweise auch pfeilförmige Blätter (in 3 unter 27 Fällen) gebildet wurden, 3- bis 4jährige Individuen tragen regel-

---

[1] Sehr selten ist ein derartiges Vorkommnis bei älteren Pflanzen. In einem Falle hatte eine solche 5 Blätter entwickelt, von welchen ein jedes mit 3 Lappen versehen war.

[2] An einer sehr kräftigen, einjährigen Pflanze habe ich auch ausnahmsweise einmal) gesehen, daß das 1. Blatt länglich-lanzettlich, das 2. und 3. (das letztgebildete) pfeilförmig gestaltet war.

[3] Auf jeder Blattseite.

mäßig neben länglich-lanzettlichen Blättern auch pfeilförmige Assimilationsorgane oder auch nur letztere allein. Erst bei einer 5jährigen Pflanze trat einmal eine Teilung desjenigen Lappens auf, der das Blatt pfeilförmig gestaltet hatte (siehe die Figur auf p. 237). Eine weitere Gabelung des ersten sich negativ geotropisch auftretenden Lappens war bei einem 7jährigen Gewächs zu verzeichnen und meine 8- bis 9jährigen Individuen weisen ebensowenig eine weitere Ausgestaltung der Blätter auf. Aus diesen Beobachtungen erhellt wohl zur Genüge, daß Pflanzen, deren Blätter 6 Zipfel auf dem pfeilförmigen Blatte tragen, schon recht alt sein müssen, natürlich unter der Voraussetzung, daß die Kulturbedingungen, die ich meinen Pflanzen geben konnte, ähnlich gewesen sind denen, unter welchen unsere Art in der freien Natur gedeiht. Es kommt aber auch vor, daß Pflanzen, die schon während einer Vegetationsperiode verhältnismäßig reich ausgestaltete Blätter tragen, in dem darauffolgenden Jahre, wahrscheinlich infolge innerer Ursachen oder auch wegen ungünstiger Wachstumsverhältnisse, zu einer einfacheren Blattform zurückschlagen, also Rückschlagserscheinungen aufweisen.

Ich habe schon eingangs erwähnt, daß meiner Meinung nach für das Genus *Helicophyllum* ganz ähnliche Wachstumsverhältnisse der Blätter vorliegen werden wie für das Genus *Helicodiceros*. Meine Ansicht gründet sich auf eine Bemerkung Engler's betreffs *H. Rauwolffii* Schott. Er[2] sagt hinsichtlich derselben: »In der Zahl der seitlichen Blattabschnitte sehr variabel.« Engler hat eben viele und zwar verschieden alte Exemplare zu Gesicht bekommen!

Auch für den Phytopaläontologen wird diese eigentümliche Formgestaltung der Blätter mit zunehmendem Alter von Interesse sein. Sie erinnert mich lebhaft an die Ausbildung der Enden an den Geweihen gewisser *Cerviden*. Bei unserem Edelhirsch z. B. wird normalerweise an jeder Stange jedes Jahr bis zu einem gewissen Alter ein weiteres Ende angelegt. Häufig kommt es vor, daß die Anzahl der Geweihenden infolge ungünstiger Ernährungsverhältnisse oder auch anderer Faktoren geringer ist als dem Hirsche wegen seines Alters gebühren sollte. Man sagt dann: der Hirch hat zurückgesetzt. Wie wir gesehen haben, kommt auch diese Erscheinung unter Umständen bei den Wendeltreppenblättern zur Geltung.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß selbst meine 9jährigen Pflanzen sowie auch die jüngeren niemals eine Blüte ansetzten. Wann also die Knollen das Alter der Blühreife erlangen, ob dieses durch die Potenz der Pflanze, sich rein vegetativ zu vermehren, korrelativ beeinflußt wird, sowie auch die Frage, wie viele Lappen auf den Wendeltreppenblättern im Höchstausmaße gebildet werden können, müssen erst weitere Beobachtungen lehren.

---

[1] Vgl. Gaebel: Organographie, l. c., p. 520.

[2] Engler: *Araceae* in Engler und Prantl's nat. Pflanzenfamilien, p. 149.

Zusammenfassung.

1. Die Jugendform der Assimilationsorgane von *H. muscivorus* Engl. geht auch hier, wie bei so vielen Aroideen, nicht plötzlich, sondern allmählich in die Folgeform über. Diese zeigt auffälligerweise selbst eine gesetzmäßige Weiterentwicklung.

2. Die Blätter an 1- bis 2jährigen Exemplaren sind länglich-lanzettlich, an 3- bis 4jährigen pfeilförmig gestaltet. Erst an 5jährigen Pflanzen tritt an demjenigen Lappen, der das Blatt zu einem pfeilförmigen gemacht hatte, ein neuer auf. Dieser zeigt im Vergleiche zu dem vorher gebildeten eine Änderung hinsichtlich seiner Wachstumsrichtung, die schließlich zur Ausgestaltung des Wendeltreppenblattes führt. Ein weiterer Zipfel kommt gewöhnlich erst im Verlaufe der nächsten 2 bis 4 Jahre zur Entwicklung.

3. Die Zahl der an einer Pflanze überhaupt gebildeten Blätter ist meistens 3 bei jugendlichen Individuen, bei älteren 5 bis 7 (durchschnittlich).

4. Sämtliche Blätter ein und desselben Exemplares, und zwar in den verschiedensten Altersstadien, sind entweder gleich oder ungleich geformt. Im letzteren Falle macht sich an den erst gebildeten Blättern (den ältesten) eine einfachere Gestalt bemerkbar als an den zuletzt auftretenden (den jüngsten). Manchmal geschieht es aber auch, daß die nacheinander gebildeten Assimilationsorgane sich bis zu einem gewissen Höhepunkte entwickeln und von da ab wieder zu einer einfacheren Form zurückkehren.

5. Rückschlagserscheinungen hinsichtlich der Formgestaltung der Blätter wurden an einzelnen Exemplaren und zwar der verschieden alten Jahrgänge wahrgenommen.

6. Die Gestalt der Wendeltreppenblätter wird durch das Licht direkt nicht verursacht.



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geomorphologische Beobachtungen in den Gurktaler Alpen

Von

Dr. Andreas Aigner in Bruck a. d. Mur

Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1922

Die Gebirgsgruppe der Gurktaler Alpen wird im Westen begrenzt durch das Tal der Lieser, im Norden durch die Mur, im Süden durch die Drau und die Linie Villach—Ossiacher See—Glantal—St. Veit, im Osten durch das Krappfeld, das Olsa-Metnitztal und endlich durch die Senke von Neumarkt.[1] Mit dieser Umgrenzung nehmen die Gurktaler Alpen innerhalb der Zentralalpen eine auffällige Stellung ein. Im Westen brechen die Hohen Tauern plötzlich ab an einer Linie, der Katschberglinie, deren Bedeutung für das Gefüge der Zentralalpen Geyer (1) nachgewiesen hat. Im Norden werden sie von den höher aufragenden Niederen Tauern durch den westlichen Teil des von Böhm (2) Tamsweg-Seckauer Höhenzug, von Penck (3) Murberge genannten Bergzuges geschieden, ebenso schiebt sich im Osten zwischen unsere Gebirgsgruppe und die Seetaler Alpen ein niedrigerer Bergzug ein (zwischen Olsa-Metnitz und Görtschitz, Waldkogelzug nach v. Böhm). Im Südwesten grenzen sie an den Drauzug und im Südosten an das Senkungsgebiet des Klagenfurter Beckens.

So werden die Gurktaler Alpen durchwegs von höheren Teilen der Zentralalpen umgeben, im Westen von den Hohen Tauern, im Norden von den Niederen Tauern, und da die Kammhöhe in unserer Gruppe gegen Osten wesentlich abnimmt, werden sie hier auch von dem Zuge der Seetaler- und Saualpen überragt.

Die Gurktaler Alpen besitzen im Eisenhut mit 2441 *m* ihre höchste Erhebung und wir finden nur im westlichen höheren Teile noch zahlreiche Gipfel mit Höhen zwischen 2300 und 2400 *m*. Dagegen tritt gegen Nordwesten, vor allem aber gegen Südwesten

[1] Siehe Spez. K. Blätter 5151—53, 5251—53 u. 5351—53 und die Blätter Hofgastein und Klagenfurt der Generalkarte (1 : 200.000).

und Nordosten eine Herabdrückung der Gipfelhöhen auf 2100 und 2000 *m* ein; gegen Südosten beobachten wir ein stufenweises Absinken den Kammhöhen auf 1300 und 1200 *m*. Dieser geringeren Höhe entspricht auch ein auffälliger morphologischer Gegensatz zu den Hohen und Niederen Tauern. Wie schon Krebs (4) und andere hervorgehoben haben, überwiegen die gerundeten Kammformen und nur im höheren Teile der Gruppe spielen glaziale Formen mit Karen eine größere Rolle.

Die geologische Erforschung des Gebietes hat noch beträchtliche Lücken offen gelassen, genauer durchforscht ist nnr der nördliche Teil (für diesen Teil sei besonders auf die zusammenfassende Darstellung bei Heritsch (5) verwiesen). Die Basis, der die Gruppe aufbauenden Gesteine, bilden Granatglimmerschiefer, die im Bundschuhgebiete eine Gneismasse umhüllen. Darauf liegen dann die paläozoischen Schichten der sogenannten Murauer Phyllitmulde und das Carbon der Stangalpe. Die Ausdehnung der ersteren gegen Süden ist noch recht wenig bekannt. Diener (6) erwähnt, daß das aus dem Neogen des Klagenfurter Beckens aufragende Grundgebirge Phyllit und Bänderkalke zeige, die den Gesteinen der Murauer Phyllitmulde sehr ähnlich sind, und aus einzelnen Mitteilungen von Canaval (7) geht hervor, daß im südlichen Teile der Gurktaler Alpen solche Gesteine Verbreitung besitzen. Wir sind also über den geologischen Bau unseres Gebietes noch nicht hinreichend unterrichtet. Die Einförmigkeit der Oberflächengestaltung läßt wohl weniger auf einen einförmigen Bau, als auf wenig hervortretende petrographische Verschiedenheiten der Gesteine schließen. In dieser Hinsicht treten eigentlich nur an einzelnen Stellen Kalke der Murauer Phyllitmulde und dann die Kalke, Dolomite und Konglomerate der Carbonscholle Stangalpe aus der sonstigen Einförmigkeit heraus, indem sie öfters Ursache zur Bildung schroffer Oberflächenformen werden.

Die Oberflächengestaltung unserer Gebirgsgruppe ist bisher noch nicht eingehend behandelt worden. Das Auftreten der glazialen Formen inmitten der sonst gerundeten Kämme, ist schon von Richter (8), dann von Penck und Krebs hervorgehoben worden. Letzterer betont den Mangel fortlaufender Kämme und spricht von der Gliederung des Gebirges nach zwei Liniensystemen (W—O und NW—SO).

Das Zurücktreten der glazialen Formen, worin dieses Gebirge an die Seetaler Alpen oder an die Koralpe erinnert, läßt hier den Versuch, die vorglaziale Oberflächenentwicklung einer Untersuchung zu unterziehen, besonders aussichtsreich erscheinen. Diesem Gegenstande sind die vorliegenden Studien gewidmet.

Es sollen nun im folgenden die einzelnen Teile der Gurktaler Alpen größtenteils auf Grund eigener Beobachtungen, zum Teil aber nur auf Grund des Studiums der Spezialkarte beschrieben werden. Da die ungleiche Höhe der einzelnen Teile auch eine

verschiedene Oberflächengestaltung bedingt, sollen zuerst die höchsten Teile, dann die randlichen Teile im Nordwesten, Südwesten und Nordosten behandelt werden. Die gegen Südosten absinkenden Teile stellen bis zu einem gewissen Grade ein selbständiges Gebiet dar und werden daher auch getrennt besprochen werden.

Die innere, höchste Zone des Gebirges.

Die Verfolgung der Gipfelhöhen läßt in der westlichen Hälfte des Gebirges eine annähernd ovale Zone mit Gipfelhöhen von 2250 bis über 2400 *m* erkennen. Sie läßt sich ungefähr umgrenzen durch folgende Linie: Preßingberg (2364), Gr. Rosennock (2434), Moschlitzen (2305), Beretthöhe (2377) und Lattersteighöhe (2261), dann gegen Nord und Nordwest über Wintertalernock (2401) und Eisenhut (2441) zum Kilnprein (2410), von hier in einem leicht geschwungenen Bogen über den Mißlitzer Königstuhl (2253) wieder zurück zum Preßingberg. Eine nähere Betrachtung verdient die Begrenzung im Nordosten. Von der Lattersteighöhe senkt sich der Kamm gegen Osten zuerst nur langsam, dann aber von der Haidnerhöhe rascher zur breiten Einsenkung der Flattnitz (rund 1400 *m*), jenseits deren die Höhen durchwegs geringer sind. Von der Flattnitz nordwestlich sehen wir eine ähnliche aber weniger breite und tiefe Einsenkung nördlich des Wintertalernocks. Die tiefste Selle ist der talartige Paß am Wildanger mit wenig über 1700 *m* Höhe (1716). Nördlich davon erhebt sich der Kamm noch auf rund 2200 *m*.

Innerhalb dieses höchsten Gebirgsteiles fällt zwischen dem Preßingberg und dem Karlnock (2331, gewöhnlich Königstuhl genannt) ein Kammstück mit geringeren Gipfelhöhen auf. Außerdem finden sich einige tiefere Einsenkungen, deren wichtigste die Turracher Höhe ist. Es ist dies eine zwischen dem Rinsenock (2328) und dem Schoberriegel (2204) ungefähr $3\frac{1}{2}$ *km* breite Einsenkung im Gebirgskamm; die tiefste Stelle, der Paß selbst, ist darin als talartige Rinne mit stark glazialer Ausgestaltung eingetieft. Ähnliche talartige Furchen finden sich östlich des Preßingbergs in ungefähr 1900 *m* Höhe und dann im Gebiete des Rosennocks. Hier führt der oberste Köflachgraben als glazial geformtes Hochtal in einer Höhe von über 2000 *m* (Ochsenstand 2020) auf eine Hochfläche, von der sich gegen Nordost ein steiles Erosionstal zur Hofalpe hinabsenkt. Diese Hochfläche ist zum Teil im Glimmerschiefer, zum Teil im Kalk ausgebildet, ihre Form steht aber in keinem Zusammenhang mit den Schichtfalten des Kalkes. Sie erhebt sich gegen Ost auf fast 2200 *m* (Kote 2170). Hier bricht gegen Ost der Kalk in Wänden zu einer schmalen Furche ab, die von Nord nach Süd durch das Gebirge führt. Breiter als diese ist der Durchgang zwischen Pfannock und Mallnock; es ist eine etwas über 2000 *m* hoch gelegene Einsenkung mit glazialer Ausgestaltung.

Dieser höchste Teil der Gurktaler Alpen bildet den anderen Teilen gegenüber eine morphologische Einheit. Hier allein treten ausgesprochene Karlinge auf. Der Kamm von der Moschlitzen zum Karlnock und von hier gegen Nordost zum Kilnprein zeigt die meisten Kare, die hier meist symmetrisch entwickelt sind; nur einzelne Berge, wie z. B. der Karlnock mit seiner gleichmäßigen Abdachung gegen Südwest sind hier asymmetrische Karlinge. Solche sind außerdem die Moschlitzen, der Gr. und Kl. Rosennock, der Preßingberg, im Nordosten der Wintertalernock und der Eisenhut. Am Kilnprein fehlen typische Kare; wir sehen nur glazial umgestaltete, in ihrer Anlage vorglaziale Mulden. Diese asymmetrischen Karlinge erlauben uns, die vorglaziale Gestalt des Gebirges zu erkennen.

Wir beginnen mit der Moschlitzen. Im Kamm von hier zum Falkertköpfl sehen wir schöne Kare an der Ostseite, weniger ausgeprägte an der Westseite, während sie an der Südabdachung der Moschlitzen fehlen. Der Kamm selbst, an einzelnen Stellen stark verschmälert, ist meist ein breiter Rücken, besonders gegen Südost in seiner Absenkung zur Kote 2197. Vom Falkertköpfl zieht gegen Ost ein Rücken zum Fadenberg, mit seiner fast horizontalen Kammlinie. Zwischen diesem und dem südöstlichen Seitenrücken der Moschlitzen liegt eine weite, flache, im einzelnen glazial ausgestaltete Mulde, an die sich nach oben Kare anschließen; sie wird von einem zur Gurk abfließenden Bach zerschnitten. Wir sehen so an der Ostseite des Kammes eine breite Vorstufe in einer Höhe zwischen 1900 und 2000 *m*. In diese Höhe fällt im südwestlichen Seitenrücken der Moschlitzen Kote 1988. Denkt man sich die Kare weg, so ergibt sich als vorglaziale Form eine breite Erhebung mit stark zugerundetem Kamm, flacher Abdachung gegen Ost, etwas steileren Gehängen gegen Süd und West.

Weiter im Westen sehen wir an dem Kamme, der mit der Erhebung des Priedröf (1939) endet, von einzelnen unbedeutenden Einsenkungen abgesehen, einen fast söhligen Verlauf. Ähnlich ist der nächst westliche Kamm, der vom Gridelegg (1888) zum Großen Rosennock zieht. Er erreicht bei der Kote 1999 eine ansehnliche Breite, steigt hier nur sehr allmählich an, um sich erst von ungefähr 2100 *m* an mit gleichmäßig steiler Neigung zum Gr. Rosennock zu erheben. Er verschmälert sich nach oben und die Schuttbedeckung wird aufwärts dünner, so daß am Gipfel der Fels zutage tritt. Ähnlich sind auch die südwestlichen Seitenrücken. Sie vereinigen sich im schmalen Gipfelrücken, der als abgestumpfte Schneide erscheint. Zwischen diesen Seitenrücken liegen flache Mulden, vorglaziale Formen, von der Vergletscherung wenig beeinflußt. Gegen Ost und Nord fällt der Berg aber in steilen Karwänden ab, mit Graten dazwischen. Ähnlich ist die Ausgestaltung des Kl. Rosennocks, der gegen Ost eine breite und flache Abdachung besitzt.

Nördlich vom Rosennock zwischen Leobengraben und Kremsgraben erhebt sich auf breiter Grundlage der Preßingberg (2364). Seine Nordabdachung ist zu vergleichen mit der Ostabdachung der Moschlitzen. Die gegen Nord ziehenden Kämme laufen aus auf eine breite Vorstufe, die sich fast bis zu 3 *km* gegen Nord erstreckt (s. Schulter mit den Koten 2055 und 2050). In dieser Vorstufe sind wieder flache Mulden eingetieft, die nach unten in steile Gräben, nach oben in Kare übergehen. Ihr entspricht im Westkamm der breite und söhlige verlaufende Rücken der Bodenlucke (2021). Beide Formen schließen sich zusammen zu einer ausgedehnten Ebenheit, die auch auf der Südabdachung des Preßingberges angedeutet erscheint. Von diesem zieht nämlich zwischen zwei Mulden ein breiter Rücken gegen Südost (Preßingbergalm); bis ungefähr 2000 *m* senkt er sich mit ziemlich geringer Neigung, während weiter abwärts steilere Gehänge folgen. Der Preßingberg erhebt sich also aus einer ihn im Norden, Westen und Süden umschließenden Ebenheit mit mäßig ansteigendem Rücken um wenig mehr als 300 *m*. Die Kämme gegen West und Ost zeigen keinen ganz gleichmäßigen Anstieg, sondern einzelne Stufen. Steiler sind die Gehänge gegen die genannten Mulden, noch steiler die Karwände.

Eine ähnliche Formentwicklung besitzen der Eisenhut und der Wintertalernock (Turrach SO). Es sind asymmetrische Karlinge; die Südwest- und Südabdachungen sind karfrei. Diese zeigen herab bis ungefähr 1900 *m* geringere Neigung als weiter abwärts zu den Tälern. Eine Gliederung dieser oberen Gehänge ist gegeben durch breite Mulden, deren rückwärtige Gehänge etwas steiler sind. Ich halte sie ebenso wie die früher besprochenen Mulden als vorglaziale Bildungen, wenn auch glaziale Beeinflußung der Formen im einzelnen besteht. Als Begrenzung dieser Mulden sehen wir breite Rücken, die sich mit gleichmäßiger Neigung zum Hauptkamm erheben. Dieser zeigt am Wintertalernock (besonders vom Gipfel gegen Nordost) einen breiten Rücken, ebenso am Sattel bei Kote 2248, während am Eisenhut der Kamm durchaus schmäler ist, ja zum Teil infolge des Rückschreitens der Karwände den Charakter einer Schneide annimmt.

Im Kamme westlich des Turracher Grabens ragt besonders der Kilnprein hervor. Vom Gipfel zieht ein Kamm gegen Südost, der nach Ost biegend, sich bis zum Geiger (1999) stark verflacht und verbreitert. Es ist eine in der Landschaft besonders auffällige Form, der im Ostkamm des Vorderhüttennocks eine ähnliche, wenn auch weniger ausgeprägte Form entspricht. Zwischen beiden liegt eine weite, flache Mulde, deren Rückgehänge einer Karrückwand ähnlich ist und deren Boden auch im einzelnen glaziale Gestaltung zeigt; der Mulde im ganzen können wir aber eben so wenig wie jenen an der Moschlitzen oder am Preßingberg glaziale Entstehung zuschreiben, sondern müssen sie als vorglaziale, in der Eiszeit umgestaltete Formen betrachten. Ganz ähnlich ist die große Mulde

der Rosetinalpe südlich des Kilnprein, nur daß hier die glaziale Umgestaltung noch weniger hervortritt. Wir sehen also hier an der Südostflanke des Kilnprein ähnliche Formen wie an der Ostseite der Moschlitzen, wieder die Reste einer in rund 2000 *m* liegenden Ebenheit mit darin eingetieften Mulden. Darüber erhebt sich der Gipfel als verhältnismäßig steile (gegenüber den sonst hier auftretenden Formen) Pyramide um rund 400 *m*. Die einzelnen Kanten, auch die gegen Südwest, zwischen denen wieder kleinere seichte Mulden eingebettet sind, sind durchwegs schmäler und steiler, als wir sie sonst gefunden haben.

Die Mulde der Rosetinalpe setzt sich gegen Südwest in den Flächen der Werchzirmalm fort. Die Rückgehänge gegen den Kamm des Reißeck (2301), Frauennock (2261) und Mühlbachernock (2260) zeigen ebenso wie die nordwestlichen Gehänge dieses Kammes den Charakter von Karrückwänden; die Flächen der Werchzirmalpe fassen wir aber als eine den Mulden am Kilngrein analoge Form auf — Der Kamm vom Mühlbachernock gegen Norden zeigt schon geringere Höhen und eine merkliche Abflachung. Nur einzelne Gipfel erheben sich als flache Pyramiden mit mehr oder weniger breiten Rücken zwischen stark verbreiterten Sätteln, an denen durchwegs die Spuren der glazialen Überfließung deutlich zu erkennen sind. Die Kare sind weniger tief und zeigen flachere, stärker mit Schutt bedeckte Gehänge. — Im Kamm vom Mühlbachernock gegen Süd treten die vorglazialen Formen mehr zurück; die meisten Berge sind symmetrische Karlinge. Das Südwestgehänge des Karlnock mit seiner Gefällszunahme gegen den Graben des Karlbachs und seiner Abflachung gegen den Kamm ist als vorglaziale Form zu deuten. Im Talschluß des Leobengrabens beobachten wir lebhaftere Oberflächenformen, die durch den schon eingangs erwähnten stärkeren Gesteinswechsel bedingt sind.

Wir haben also in dem bisher behandelten Teile der Gurktaler Alpen zum Teil sehr ausgedehnte Ebenheiten in einer Höhe von rund 2000 *m* kennen gelernt. Sie ergaben sich zum Teil aus deutlichen Vorstufen der Kämme, zum Teil lassen sie sich aus breiten Rücken mit söhligem Kammverlauf wieder herstellen. Wollten wir für solche Rücken einen einheitlichen Ausdruck gebrauchen, so könnten wir für solche Formen kürzerer Erstreckung den von Sölch (9) eingeführten Ausdruck »Eck« anwenden, während für solche Rücken von größerer Ausdehnung der von Klebelsberg (10) gebrauchte Ausdruck »Auslaufrücken« besser passen dürfte. Über den Ebenheiten erheben sich die Kämme meist als ziemlich flache Prismen, deren Gehänge sich in einem stumpfen Winkel schneiden. Die Kämme sind meist breite Rücken, zum Teil erscheinen sie als abgestumpfte Schneiden, nur stellenweise haben sie zwischen den Karen den Charakter von Graten angenommen. Die Gehänge und Ebenheiten erscheinen durch Mulden gegliedert, die zwar im

zelnen oft glaziale Wirkungen zeigen, im ganzen aber unzweifelhaft als vorglaziale Formen zu betrachten sind.

Die randlichen Gebirgsteile im Nordwesten.

Nordwestlich des bisher besprochenen Gebietes finden wir einen Gebirgsteil von ziemlich einheitlicher Gestalt, dessen Mittelpunkt, die breite Erhebung der Schwarzwand (2212), besonders auffällt. Der Kamm verbreitert sich hier zu einer Platte von 2 *km* west-östlicher und $1^1/_2$ *km* nord-südlicher Erstreckung, aus der sich einige Kuppen ganz flach erheben. Daß dieser Berg noch vom Eise überflossen war, in die Flanke dieses Rundlings aber Kare eingesenkt sind, habe ich an anderer Stelle beschrieben (11). Von dieser breiten Masse senken sich die Kämme nach Ost und West. Zwischen dem Kramerbühel (2017) und dem Aineck (2208) sehen wir breite Rücken, deren Höhen sich zwischen 1800 und 1900 *m* bewegen. Nur an der Lausnitzhöhe liegt eine breite Fläche etwas unter 1700 *m*. Im einzelnen zeigt die Landschaft überall deutlich glaziale Gestaltung. Auffällig ist hier die Anordnung der Täler; der gegen Nordwest zum Bundschuhtal ziehende Blareitgraben und der nach Südwest zur Lieser ziehende Lausnitzgraben sind entgegengesetzt parallel; ihre Richtung entspricht annähernd dem Schichtstreichen. Die Wasserscheide beschreibt eine Zickzacklinie, indem sie an der Schöngelitzhöhe weiter gegen Nordost zurückweicht. Anscheinend hat die Lausnitz mit rascher rückschreitender Erosion hier die Wasserscheide so weit zurückgeschoben. Die Kämme dürften zwischen diesen Tälern stärker erniedrigt worden sein, als weiter östlich der Kamm zwischen den Tälern des Weißbaches und Feldbaches; er senkt sich von 2100 *m* im Lenzenbühel zum Wirtsnock auf 2000 *m*. Östlich des Feldtales erheben sich die Berge zunächst noch zu größeren Höhen. Nordöstlich des Hühnerleitnock (2171) setzt ein breiter Kamm mit Höhen zwischen 2000 (Fegendorferberg) und 1900 *m* ein.

Dieser Gebirgsteil im Bereich der Bundschuhtäler erscheint als ein ziemlich scharf individualisiertes Gebiet, von dem vorher beschriebenen Teile sich nicht nur durch die geringere Höhe, sondern auch durch größere Flachheit der Kämme unterscheidend. Während auf der Südseite gegen den Kremsgraben steilere Abhänge herrschen, die vielfach an die Südhänge des Preßingberg erinnern, sehen wir auf der Nordseite breite Kämme, die sich über die Täler hinweg zu einer sanft gegen Norden absinkenden Fläche vereinen lassen. Gegen Südwest zieht von der Schwarzwand der breite Auslaufrücken des Speiereck (2081), den wir wohl mit den Ebenheiten am Preßingberg parallelisieren dürfen. Es ist nun naheliegend, auch die Nordabdachung im Bundschuhgebiete als in dieses Niveau gehörig aufzufassen; nur scheint die ursprüngliche Ebenheit etwas tiefer gelegen gewesen zu sein. In diese Höhe fallen weiter im Osten, zwischen Mißlitz, Kendlbrucker- und Turracher-

graben, die Auslaufrücken der Mißlitzalpe (Koten 1944 und 1969) und Hradofen (2002) und Kote 1965. — Diesen Auslaufrücken nördlich vorgelagert sehen wir noch einzelne Stufen, über deren Bedeutung bisher keine Klarheit gewonnen werden konnte; es sind das die Höhen der Schönalpe (1888), nordwestlich des Fegendorferbergs, nördlich der Mißlitzalpe, die Gstoßhöhe (1892) und nördlich des Hradofen Kote 1904.

In noch geringerer Höhe finden sich hier einzelne Rücken, für die sich aber eine unmittelbare Beziehung zu einigen hochgelegenen Talböden ergibt. Die Täler der Nordseite sind Kerbtäler, deren Gefälle deutlich nach rückwärts abnimmt. Dies sehen wir besonders am Mißlitzgraben, wo dem großen Gefälle der unteren Schlucht ein wesentlich geringeres im westlichen Quellast (Klölingtal) gegenüber steht. Die Steilgehänge der Schlucht werden talaufwärts immer niedriger, bis sie schließlich einem weiten Talboden Platz machen (zwischen 1900 und 2000 *m* gelegen), der sich am westlichen Gehänge in einer deutlichen Stufe gegen Nord fortsetzt (tiefere Stufe des Rainkares; der wirkliche Karboden liegt höher). Daß es sich in dem hohen Talboden des Klölingtales nicht um eine Form glazialer Entstehung handelt, zeigen vor allem die flachen Gehänge, mit denen sich die Berge ringsum von dem Talboden erheben. Zwischen den beiden Quelltälern des Mißlitzgrabens liegt nördlich der Kote 2000 ein breiter Rücken zwischen 1900 und 1800 *m* und nördlich davon der auffällige Rücken des Pircheck (1811). Es liegt nahe, diese Rücken mit dem Talboden von Klöling in Zusammenhang zu bringen. — Ob man im innersten Kendlbrucker Graben die Flächen der Hinteralpe auch als Reste eines solchen hohen Talbodens betrachten darf, was ich für wahrscheinlich halte, oder ob man diese Form rein glazial als Tragschultern auffassen muß, bedarf noch einer Untersuchung.

Der auffälligste Talboden ist erhalten im Tale des Feldbaches. Das Tal zeigt von der Vereinigung der Bundschuhtäler aufwärts bis 1600 *m* mäßigen Anstieg; von hier an erhebt sich der Talboden auf 7 bis 8 *km* Entfernung nur um 200 *m*. Der oberste Teil des Tales gehört heute durch den Kremsgraben dem Flußgebiete der Drau an. Der Kremsgraben ist viel tiefer eingeschnitten und der Bach hat rückschreitend das Feldtal angezapft; so entstand hier das tote Talstück des Schönfeldes. — Auch die beiden anderen Quelltäler von Bundschuh zeigen talaufwärts eine Verminderung ihres Gefälles; doch sind hier die Erscheinungen nicht so auffällig. Vielleicht ist es berechtigt, mit den alten hohen Talboden im Bundschuhgebiet den überaus breiten und flachen Rücken in Zusammenhang zu bringen, der sich von der Schöngelitzhöhe gegen Nordost erstreckt; er zeigt zwischen 1600 *m* und Kote 1647 eine sehr sanft ansteigende Kammlinie.

Auch im Turracher Graben finden sich Anzeichen eines solchen hohen Talbodens. Ich rechne hierher den Rücken, der vom Eisenhut

nach Norden zieht und um 1700 *m* ziemlich breit ist und auf längere Erstreckung ziemlich gleiche Höhe bewahrt. Ähnlich ist die Gestaltung des Rückens von Steinturrach (Turrach SSW) mit Kote 1846. Inwieweit die Formen der Turracher Höhe auch hierher zu rechnen sind, müßte erst eine besondere Untersuchung ergeben, wie überhaupt der Turracher Graben in dieser Beziehung noch einer gründlicheren Durchforschung zu unterziehen wäre. Wenn wir hier im untersten Teile dieses Tales einen Talboden von 1800 *m* und darüber annehmen dürfen, liegt es nahe, die Mulden, die wir am Kilnprein und am Südwesthang des Eisenhut-Wintertalernock kennen gelernt haben, damit in Zusammenhang zu bringen.

Das Gebiet des Liesertales.

Westlich des Liesertales liegt noch eine Berggruppe, die morphologisch den Gurktaler Alpen zuzurechnen ist und die sich scharf von den Bergen des höheren Lieserkammes abhebt. Es ist das die südöstlich der Thorscharte liegende Gruppe, die im Stubeck mit 2365 *m* ihre höchste Erhebung besitzt. Vom Ochsenstand (2227) zweigt gegen SO ein Rücken ab mit sehr geringem Gefälle bis zum Mißeck (1834) und vom Kaareck (2214) einer, der im Burgstallberg (1871) endet. Zwischen diesen Rücken liegt eine weite flache Mulde, die sich scharf abhebt von den Steilhängen des von Osten her eingeschnittenen Grabens des Burgstallbaches. Die Formenentwicklung erinnert hier sehr an jene an der Ostseite der Moschlitzen. Wir haben wieder die Reste einer ausgedehnten Ebenheit und darin eine weite flache Mulde eingebettet. Der ganze Formenkomplex liegt hier zwar etwas tiefer als östlich der Lieser, z. B. am Preßingberg, doch ist seine Stellung zum Aufbau der Berge dieselbe, weshalb wir darin analoge Bildungen sehen müssen.

Zahlreich sind auch im Liesergebiet die Spuren höherer Talböden, doch reichen meine Beobachtungen nicht aus, um davon ein Bild zu gewinnen. Es sei nur darauf verwiesen, daß in den Kämmen zwischen den südöstlichen Seitentälern der Lieser (östlich von Gmünd) vielfach Stufen auftreten, die wohl sicher als Talbodenreste zu deuten sind. Auch in den innersten Talverzweigungen des Leobengrabens treffen wir öfters Formen, die so zu deuten sind, so an der Eisentalhöhe, dann im rund 1800 *m* hohen Rücken zwischen Karlbach und Stangbach (Karlnock SSW), dann wohl in den muldenförmigen Erweiterungen des obersten Stangbachgrabens und des Grundbaches; dahin dürften auch die sanften Gehängeflächen östlich der Kote 2204 (Plattnock NO) gehören. Mit dem obersten Talboden möchte ich auch hier, wie im Turracher Graben, die Mulden in Zusammenhang bringen, die wir auf der Nord- und Südseite des Preßingberg gefunden haben. Im Gebiete des Rosennocks wären hierher zu rechnen das Hochtal zwischen Gr. Rosennock und Saunock (oberster Köflachgraben).

Das Gebiet im Südwesten.

Südwestlich und südlich des mittleren höchsten Teiles der Gurktaler Alpen folgen Bergzüge von großer Einförmigkeit der Oberflächenformen und gegen Süd stark abnehmende Gipfelhöhe. Besonders auffällig ist die Anordnung in langen Kämmen, die durch rechtwinklig sich schneidende Längstalzüge voneinander getrennt erscheinen.

Annähernd von WSW gegen ONO ziehen einige auffällige Talungen. Die nördliche beginnt am südöstlichen Ende des Millstätter Sees, steigt gegen ONO über Radenthein und Kl. Kirchheim zu einer fast 1100 *m* hohen Talwasserscheide an, um sich dann zum Gurktal hinabzusenken. Parallel dazu ist die Talung zwischen Wöllanernock und Gerlitzen mit einer Talwasserscheide in 1041 *m*, von der nach W der Arriachbach, nach O der Teuchenbach abfließt. Eine kurze Furche der gleichen Richtung führt von Puch im Drautal über den Sattel mit Kote 645 nach Winklern im Afritztal. Der gleichen Richtung folgt, allerdings schon am Rande unseres Gebietes, die Furche des Ossiacher Sees und Glantales. Ungefähr senkrecht darauf sehen wir die Talung des Afritzbaches mit einer Talwasserscheide zwischen Brennsee und Afritzer See in 770 *m* und das NW—SO ziehende Stück des Gurktales unterhalb Pattergassen mit der südöstlichen Fortsetzung gegen Feldkirchen. — Über die Gestaltung der Kämme sollen hier nur einige Beobachtungen aus der Spezialkarte mitgeteilt werden, da mir hier nur vereinzelte Beobachtungen in der Natur zu Gebote stehen.

Vom Rosennock westlich liegt zunächst die Gruppe des Langennock (2104) und des Stilecks (2172). Hier sehen wir im Talschluß des Gamschitzgrabens flache Gehänge, die sich von den Kämmen bis ungefähr 1900 *m* herabsenken und dann nach unten von steilen Hängen abgelöst werden. — Von dieser Gruppe durch das Nörringtal und den tiefen Sattel mit Kote 1661 getrennt, folgt dann der Zug Tschiernock—Millstätter Alpe. Er ist ein langer, breiter Rücken mit auffällig gleichen Gipfelhöhen und sehr flachen Sätteln dazwischen. Vom Tschiernock gegen N zieht ein langer Auslaufrücken, in dem die Höhe mit Kote 1816 hervortritt. Im SO zweigen von Kote 2054 zwei Rücken ab mit Höhen zwischen 1800 und 1900 *m* (s. Kote 1882 und 1878). Eine weitere Absenkung des Kammes haben wir im Matzelsdorfer Berg mit Kote 1615. Von der Westseite seien die Rücken des Schlafkogel mit Kote 1670 und des Tschierweger Nock mit Kote 1711 genannt. — Der Zug des Mirnock zeigt gegen SO ein stufenweises Absinken. Der höchste Teil ist der Rücken Mirnock (2104) — Rindernock (2015), dann folgt die Tragenwinkler Alpe mit Kote 1896, dann die Stufe der Amberger Alpe mit Kote 1831.

Südlich des west-östlichen Talzuges von Kl. Kirchheim erhebt sich der Wöllaner Nock (2139). Es zweigen hier von der höchsten Erhebung nach W und O je zwei Kämme ab, durchwegs breite

Rücken mit geringen Schwankungen der Kammhöhen. Der nördliche der beiden gegen W ziehenden Kämme zeigt die Erhebungen des Strohsack (1904) und Kolmnock (1842), der südliche südwestlich der Kote 1869 eine Erhebung knapp über 1900 *m*. Von den östlichen läuft der nördliche im langen flachen Rücken der Lichteben (Kote 1943 und 1892) aus, der südliche senkt sich in einzelnen Stufen, von denen die höchste über 1800 *m* (Kote 1797 und Kollerriegel 1854), die nächste um 1750 (Kote 1744 und Dirnbaum 1767) liegt, die niedrigste Höhen um 1500 *m* aufweist (s. besonders Katzel 1513). Rings um die höchste Erhebung sehen wir durchwegs flache Gehänge und auch die Täler laufen nach oben in flache Mulden aus. Glaziale Formen scheinen nach der Spezialkarte nicht vorhanden zu sein. — Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Wöllaner Nock besitzt die Gerlitzen (1910). Wir sehen auch hier einen breiten Aufbau der mittleren Erhebung über weit ausladenden, meist breiten Kämmen. Im westlichen Kamm treten die Höhen 1693 und 1650, im nördöstlichen die Höhen 1730, dann 1592 und 1564 hervor; nur der südwestliche Kamm zeigt durchwegs geringere Höhen.

Zahlreich sind in diesem Gebiete tiefere Stufen an den Gehängen und es würde sicher möglich sein, daraus die alten Talböden wieder herzustellen. — Den südlichsten Teil der Gurktaler Alpen bildet das nur 1228 *m* hohe Plateau des Wöllanigg (Villach NW).

Das nordöstliche Gebiet.

Oben wurde der höhere Teil der Gurktaler Alpen nach Nordosten verfolgt bis zu der Linie Wildanger—Flattnitz. Das nördlich und nordöstlich anschließende Gebiet unterscheidet sich davon nicht nur durch die geringeren Gipfelhöhen, sondern zeigt auch einen anderen Oberflächencharakter. Die breite Furche des Paalgrabens trennt vom Kamme der Würflinger Höhe den Kamm Lichtberg—Schwarnbrunnhöhe, der sich hier wieder in zwei Äste teilt; von denen der eine über die Pranker Höhe gegen NNW, der andere über die Ackerlhöhe nach NO zur Frauenalpe zieht. Östlich dieses letzteren Kammes folgt ein niedrigeres Gebiet, das im Zusammenhang mit dem übrigen südöstlichen Teile der Gurktaler Alpen besprochen werden soll.

Beiden Höhenzügen dieses Gebietes ist die große Breite und Flachheit der Kämme, ferner die geringe Bedeutung der Kare eigen; die nur an vereinzelten Hängen noch ein beherrschendes Formelement sind, sonst sich nur den übrigen Formen untergeordnet einfügen.

Nördlich der Einsenkung am Wildanger erhebt sich der Kamm der Würflinger Höhe mit breiten Rückenformen, von denen sich nach beiden Seiten flache Hänge absenken. Während diese auf der Westseite bald von den Steilhängen der zum Turracher Graben

hinabziehenden Täler abgelöst werden, sehen wir auf der Ostseite meist bis zum Tal hinab flache Gehänge. Der südliche Teil des Paalgrabens zeigt auch in den tieferen Teilen nur flache Gehänge, die nur vereinzelt infolge durchstreichender Kalkzüge von felsigen Steilhängen unterbrochen werden. So kommt es, daß die oberen flachen Gehänge mit den unteren oft in eine Form zusammenfließen. Im nördlichen Teile dieses Tales treten in der Tiefe wieder Steilhänge in den Vordergrund, so daß hier wieder der Gegensatz zwischen oberen und unteren Gehängen schärfer hervortritt. — Die größte Breite erreicht der Kamm an der Würflinger Höhe (2195) selbst; der Rücken wird hier zu einer breiten ebenen Fläche, der gegenüber der Tschaudynock (2203) mit etwas schärferen Formen hervortritt. Nördlich eines vom Eisstrom überflossenen Sattels folgt noch die Erhebung der Straner Höhe (2121), dann ein langer, im einzelnen durch die glaziale Überfließung gestalteter Auslaufrücken, der im Karlsbergereck (1844) endet. An der Westseite des Kammes sehen wir keine längeren Kammverzweigungen, dagegen zieht an der Ostseite vom Dammegger Nock nach NO ein breiter Auslaufrücken, vom Sonntagsbirgl (1924) sich langsam auf 1800 *m* senkend. Nördlich davon sehen wir in geringerer Höhe eine breite Vorstufe der Würflinger Höhe. Es sind dies die Rücken des Ebenwaldes, der im Hansennock die Höhe von 1625 *m* erreicht. Sie schließen sich zusammen zu einer von Tälchen zerschnittenen Fläche, die tiefer liegt als die oben genannten Auslaufrücken. Wir fassen sie auf als Rest eines Talbodens, entsprechend den im Bundschuhgebiete auftretenden Talböden.

Östlich des Paalgrabens beginnt der Kamm mit dem Lichtberg (1924). Zwischen ihm und der Flattnitzhöhe liegt ein zerrissener Kamm mit Kote 1828. Gesteinswechsel und intensive glaziale Gestaltung haben hier eine überaus mannigfache Oberflächengestaltung hervorgerufen. Einen scharfen Gegensatz dazu bilden der breite Rücken des Lichtberges und die nördliche Fortsetzung zum Hirschstein (2018). Von hier zieht ein Rücken gegen ONO, der sich ganz allmählich zur breiten Fläche der »Langen Alm« und zur Fleischbank (1814) senkt. Einer zieht mit ganz ähnlicher Gestaltung gegen WSW, bis in eine Höhe von ungefähr 1800 *m* seinen Charakter beibehaltend; an der Südseite dieses Kammes ist ein schönes Kar eingebettet und hier zeigt der Kamm auch eine wesentliche Verschmälerung. Über diesen Rücken erhebt sich der Hirschstein mit sehr sanftem Anstieg als breite, flache Kuppe. Etwas steilere Flanken zeigen nördlich davon die Schwarnbrunnhöhe und Prankerhöhe. Der weitere Kamm gegen NNW ist fast durchaus ein breiter Rücken mit sehr flachen oberen Gehängen gegen W, aus denen sich einzelne breite Auslaufrücken ablösen (vgl. Kote 1855 in SW der Prankerhöhe und Kote 1820 im W des Kirbisch). An der Ostseite sehen wir zunächst einzelne Kare tiefer in den Kammkörper zurückgreifend, dann vom Kirbisch gegen N wieder bis ungefähr 1800 *m* herabreichend, flache Gehänge. Der

Kamm senkt sich gegen N allmählich, hier aber keine so auffällige Form bildend, wie wir sie im Auslaufrücken des Karlsbergerecks gefunden haben. In etwas tieferer Lage liegen am Ausgang des Paalgrabens an dessen rechtem Gehänge die Rücken mit Kote 1495 und 1550; wir möchten sie mit den Höhen des Ebenwaldes in Zusammenhang bringen. Ganz ähnlich ist die Gestaltung des von der Schwarnbrunnhöhe gegen NO ziehenden Kammes. An dessen Südostabdachung reiht sich Kar an Kar und auch an der Frauenalpe sehen wir eine Terrasse mit glazialer Gestaltung und karwandartigem Rückgehänge. Dagegen ist die nordwestliche Flanke oben von flachen, teilweise tief mit Schutt bedeckten Gehängen gebildet, die hier ziemlich bald von steilen Hängen abgelöst werden. Der Kamm zeigt oft große Breite, manchmal treten ganz ebene Stellen auf. Auffällig ist die tiefe Scharte zwischen Ackerlhöhe und Frauenalpe (1700 *m*); sie ist ein im einzelnen glazial gestaltetes Tal, eingefaßt von steilen, zum Teil felsigen Hängen. Von der Frauenalpe zieht der Rücken weiter gegen NO, in einigen Stufen absinkend, von denen die des Oberbergs (1780) hervorgehoben sei.

Zusammenfassend ergibt sich auch für diesen Teil der Gurktaler Alpen eine ähnliche Oberflächenentwicklung wie für das Bundschuhgebiet. Die Kämme sind sehr breit und erheben sich flach über weit ausladenden Auslaufrücken, die sich im Paalgraben zu einer Fläche von 1800 bis 1900 *m* Höhe zusammenschließen. In dem Bogen Kreischberg—Schwarnbrunnhöhe—Frauenalpe fehlen zwar solche Auslaufrücken, aber man kann vielleicht eine Ebenheit in rund 1800 *m* angedeutet sehen in den oberen flachen Gehängen, besonders zwischen Kirbisch und Kreischberg und in der Höhe des Oberbergs, im NO der Frauenalpe. Einen selbständigen tieferen Formenkomplex bilden im Paalgraben die Stufen des Ebenwaldes und am rechten Gehänge des Talausgangs. Sie stehen in keiner unmittelbaren Beziehung zur Gestaltung der Kämme und wir fassen sie als Reste eines, und zwar des höchsten unter den Ebenheiten der Auslaufrücken nachweisbaren Talbodens auf. Ein Überrest eines solchen Talbodens findet sich in sehr guter Ausbildung auch nördlich der Mur zwischen Lasaberg und Gstoder, im obersten Stück des Einacher Grabens. Dieser Graben bildet eine, von steilen Flanken eingefaßte Schlucht, die oben in einen flachen Talboden übergeht, der am »Sattel« (1562) eine ausgedehnte Ebene bildet. Diesem Talboden entspricht dann auch der breite Rücken zwischen Einacher Graben und Sonberger Graben mit Kote 1558. Zwischen den beiden Kammästen nördlich der Schwarnbrunnhöhe konnte ich bis jetzt keine sicheren Spuren eines solchen Talbodens nachweisen. Vielleicht gehören einige Stufen im Nordgehänge der Frauenalpe hierher.

Zusammenfassung der bisherigen Beobachtungen.

Wie schon erwähnt, senken sich die Gurktaler Alpen gegen SO in einzelnen Stufen zum Klagenfurter Becken. Bevor an die Beschreibung dieses Gebirgsteiles geschritten wird, soll zunächst ein Überblick über die bisherigen Untersuchungsergebnisse gewonnen werden und sollen einige sich daraus ergebende Probleme erörtert werden.

Als wichtigste Tatsache erscheint uns das Auftreten ausgedehnter Vorstufen und Auslaufrücken, deren Fluren sich in ungezwungener Weise zu einer einheitlichen Ebenheit zusammenschließen. Wir haben diese Ebenheit im inneren Teile des Gebirges in rund 2000 *m* Höhe, nur vereinzelt etwas darüber gefunden, während sich gegen die Ränder eine Herabdrückung der Höhenlage geltend macht. Liegt die Ebenheit an der Moschlitzen und südlich des Rosennock rund 2000 *m*, so sehen wir sie am Wöllaner Nock ungefähr in 1900 *m*. Westlich Lieser fanden wir sie zwischen 1800 und 1900 *m*, während sie gleich östlich davon am Preßingberg und südwestlich der Schwarzwand in Höhen über 2000 *m* auftritt. Auf der Nordseite muß die Ebenheit im Westen ungefähr zu 1900 angenommen werden; wir sehen dann gegen O zunächst einen Anstieg auf 2000 *m*, zwischen Mißlitz- und Turracher Graben, in dessen inneren Teilen sie auch ungefähr in dieser Höhe auftritt. Weiter östlich senkt sie sich wieder, so nördlich der Würflinger Höhe und im Bereich des Paalgrabens auf rund 1900 *m*, dann auf 1800 *m* an der Frauenalpe.

An den Bergzügen des Tschiernock—Millstätter Alpe und des Mirnock treten auch einzelne Auslaufrücken und Stufen in Höhen zwischen 1800 und 1900 *m* auf. Ob es berechtigt ist, daraufhin auch hier eine Ebenheit in dieser Höhe anzunehmen, aus der die Kämme als flache Erhebungen von rund 200 *m* Höhe emporgeragt wären, erscheint nicht sicher. Wenn wir es für wahrscheinlich halten, so geschieht es, weil die erwähnten Formen mit entsprechenden im Wöllaner Nock und im Gebiete des Stubecks, westlich der Lieser ziemlich übereinstimmen. Wollte man hier eine andere Entwicklung annehmen, so könnte man versucht sein, die breiten Rücken dieser Bergzüge mit ihrem weithin fast ebenem Kammverlauf aus der Ebenheit südlich des Rosennocks abzuleiten; dazu mußte man aber hier wieder eine Erhebung dieser Ebenheit annehmen, wofür wieder sonst nähere Anhaltspunkte fehlen. — Ob wir die Oberflächenentwicklung des Stockes der Gerlitzen ähnlich deuten dürfen wie jene des Wöllaner Nocks, ist schwer zu entscheiden; die Ebenheit, ja der ganze Bergstock müßte dann eine Absenkung um 200 bis 300 *m* erlitten haben.

Über den Ebenheiten erheben sich die Kämme im höheren Teile des Gebirges um 300 bis 400 *m*, in den randlichen Teilen nur um ungefähr 200 *m*. Auch in den Formen der Kämme ergibt sich

ein Unterschied zwischen den inneren und randlichen Teilen, indem hier die Kämme durchwegs sehr flache Gehänge besitzen, zum Teil wie am Hirschstein fast nur als flache Bodenschwellen erscheinen, während sie dort als ziemlich ausgeprägte prismatische Körper mit mäßig steilen Gehängen den Resten der Ebenheiten gegenüberstehen.

Eine sehr bemerkenswerte Tatsache ist die große Kammdistanz. Sie beträgt z. B. zwischen Preßingberg und Schwarzwand 7 *km*, im Paalgraben (zwischen Würflinger Höhe und Pranker Höhe) sogar $9^1/_2$ *km*. Der Raum zwischen den Kämmen ist von den Ebenheiten eingenommen und die Kämme erheben sich daraus auf verhältnismäßig sehr schmaler Basis, die meist weniger beträgt als die Hälfte des Kammabstandes. Man kann daher diese Böden zwischen den Kämmen kaum als Täler in gewöhnlichem Sinne bezeichnen, besonders auch mit Rücksicht auf das Verhältnis zwischen ihrer Breite und Länge. Wenn unsere Auffassung über die Formen der Bergzüge im SW richtig ist, so hätte zwischen diesen und dem Wöllaner Nock einerseits und den Höhen der Moschlitzen und des Rosennock anderseits die Ebenheit eine besonders große Ausdehnung besessen. Man gewinnt den Eindruck, daß sich diese Ebenheit zwischen die Kämme des inneren Gebietes hinein fortsetzt, wo sich dann die Kämme erst zu einer größeren einheitlichen Erhebung zusammenschließen.

Eine Ausnahme von der großen Kammentfernung sehen wir im Norden an den Bundschuhtälern, dem Mißlitz- und Kendlbrucker Graben. Eine nähere Betrachtung lehrt aber, daß diese Täler wenigstens in ihrem unteren Teile in die Ebenheit eingetieft sind. Sie zerschneiden diese, ebenso wie die tieferen Teile des Krems- und Leobengrabens als Kerbtäler inmitten der Ebenheit erscheinen. Dieselbe Stellung nehmen auch die Täler auf der Südseite des Rosennockgebietes ein. Diese Täler mit geringerer oberer Lichte greifen zum Teil noch in den höheren Gebirgskörper zurück. Dies sehen wir nicht nur an den innersten Verzweigungen der genannten Täler der Nordseite, sondern z. B. auch im oberen Köflachgraben (zwischen Gr. Rosennock und Saunock).

Wir erkennen also, daß die Ebenheiten von jüngeren Tälern zerschnitten sind und sich so ein jüngerer Formenkomplex in den älteren einschiebt. Daraus ergibt sich eine solche Gliederung der Gehänge, daß auf einen unteren Steilhang die flacheren Hänge der Ebenheiten und der darin eingetieften Mulden folgen, dann wieder stärker geneigte Flächen gegen die Kämme. Diese Stufung zeigt eine Ähnlichkeit mit den Formen eines glazial gestalteten Tales mit Trogwänden, Schulterflächen und Steilhängen gegen die Kämme, eine Ähnlichkeit, die um so größer ist, als auch hier die oberen Steilhänge häufig durch Kare gegliedert sind. Eine glaziale Entstehung dieser Formen ist aber hier ganz und gar ausgeschlossen. Die Ebenheiten in den Tälern sind nur die Fortsetzung der ausgedehnten Ebenheiten in den randlichen Teilen und hier erreichen

diese Formen eine solche Ausdehnung, daß sie unmöglich mit der Vergletscherung in Zusammenhang gebracht werden können; überdies sehen wir sie ja auch in Gebirgsteilen, wie am Wöllaner Nock, die zwar von großen Eismassen umflossen waren, selbst aber keine nennenswerten Gletscher trugen, sondern wohl nur in den höheren Teilen mit Firn überdeckt waren. Übrigens treten in unserem Gebiete, abgesehen von den Karen, alle glazialen Formen als Kleinformen auf und gerade die Art, wie sich diese Kleinformen z. B. den Ebenheiten einfügen, läßt mit aller Deutlichkeit erkennen, daß durch die Vergletscherung hier meist nur eine geringfügige Umgestaltung des Reliefs eingetreten ist, die großen Formen wie die Ebenheiten, aber jedenfalls anderer Entstehung sind. Die glazialen Formen treten nur dort stärker hervor, wo das Eis in rascherer Bewegung gewesen sein muß, also vielfach in den teilweise typisch trogartig gestalteten Tälern der Südseite, auf den Pässen und überhaupt den vom Eise überflossenen Höhen; dagegen sehen wir die eiszeitlichen Formen in den Tälern der Nordseite, wo das Eis als träge Masse angestaut war, sehr zurücktreten. Denkt man sich ein Tal, wie den Leoben- oder Kremsgraben, von einem großen, nicht zurückgestauten Talgletscher durchflossen, so würden alle Hänge gleichmäßige glaziale Bearbeitung zeigen und wir hätten Formen vor uns, wie wir sie aus den höheren Teilen der Zentralalpen kennen; dann könnte man versucht sein, alle diese Formen glazial zu erklären. Übrigens wurden diese »typisch« glazialen Formen auch dort schon als vorglazial gedeutet (vgl. Distel [12], Ampferer [13] und Creutzburg [14]).

Nicht überall sind die Ebenheiten von jungen Kerbtälern unmittelbar zerschnitten, sondern wir sehen dazwischen die Reste von höheren Talböden. Vereinzelt sind solche Talböden noch vollständig erhalten wie der Talboden des Schönfeldes oder der Talschluß des Klölingtales. Wir haben Talbodenreste im Turracher Graben gefunden und einen Talboden im Paalgraben wiederherstellen können.

Auch sonst sind ähnliche Formen häufig und wenn auch unsere diesbezüglichen Beobachtungen bisher noch zu lückenhaft sind, um darüber ein abschließendes Urteil abgeben zu können, so hat sich doch mit Sicherheit ergeben, daß diese Formen dem Alter nach unmittelbar auf die Ebenheiten folgen. Mit der Ausbildung dieser Talböden hat eigentlich erst die Entwicklung der gegenwärtigen Täler eingesetzt. Sie wurden in ein älteres Relief eingeschnitten und dabei wurde die große Kammdistanz als etwas Fremdes mitübernommen. Mit diesen Talböden haben wir auch die in den Ebenheiten und in den Flanken der darüber aufragenden Kämme eingebetteten Mulden in Zusammenhang gebracht, indem auch diese als vorglaziale Formen gedeutet wurden. Teilweise sind diese Mulden in Kare umgewandelt worden, andere zeigen gar keine Ähnlichkeit mit Karen; hier hat wohl eine gleichmäßige Firnbedeckung die Karbildung ausgeschlossen.

Mit der Entwicklung der hohen Talböden war also eine jüngere Phase der Oberflächenentwicklung des Gebirges eingeleitet. Die Richtung der Entwässerung war schon dieselbe wie heute und die Wasserscheiden sind seither, von einigen unbedeutenderen Veränderungen abgesehen, wohl stabil geblieben. Die Pässe, besonders die breiten Niederungen der Turracher- und der Flattnitzhöhe dürften schon in der vorhergehenden Phase angelegt, jetzt aber weiter ausgebildet worden sein. Im einzelnen wären darüber noch Untersuchungen anzustellen. Ob die Richtung der Entwässerung zur Zeit der Ebenheiten eine andere war als später, darüber konnten wir kein Urteil gewinnen. Man könnte teilweise an der Hand der Karte versucht sein für diese ältere Phase andere Zusammenhänge aufzustellen, doch ist dies alles sehr problematisch.

Für die jüngere Phase der Oberflächenentwicklung dürfen wir nur einen normalen Abtragverlauf, bestimmt durch die Erosion des fließenden Wassers, annehmen. Viel schwieriger ist dagegen die Erklärung der Oberflächenformen der älteren Phase.

Hier tritt uns, wie schon oben hervorgehoben, der Gegensatz zwischen den breiten Flächen der Ebenheiten und den verhältnismäßig schmalen Kämmen entgegen. Will man diese Verhältnisse aus einem durch Erosion des fließenden Wassers bestimmten Abtragverlauf erklären, so müßte man ein sehr bedeutendes Maß seitlicher Erosion verbunden mit Zuschüttung der Täler annehmen. Doch erscheint es sehr fraglich, ob sich so die hier auftretende Formenentwicklung genügend erklären läßt: besonders der auffällig große Kammabstand bleibt dabei noch immer unverständlich und es fragt sich, ob man nicht an die Wirkung anderer Kräfte der Abtragung entsprechend einem trockeneren Klima oder wenigstens einem solchen mit anderer Regenverteilung denken muß. Eine Beziehung der Anordnung der Kämme zur Verteilung der Gesteine, etwa der Art, daß die Kämme im wesentlichen Zonen härterer, oder besser widerständigerer Gesteine entsprächen, besteht nicht; dies läßt schon eine flüchtige Bekanntschaft mit dem geologischen Aufbau sicher erkennen.

Ebensowenig erscheint es uns möglich, die Verhältnisse tektonisch zu erklären. Die Kämme besitzen zwar vielfach Richtungen, die, wie noch unten ausgeführt werden soll, im Gebirgsbau der östlichen Alpen wiederkehren. Dies tritt besonders im südwestlichen Teile des Gebirgs hervor, wo wir die Kämme durch die erwähnten Längstalzüge getrennt sehen. Wenn wir auch einen indirekten tektonischen Einfluß auf die Richtung dieser Längstäler (s. weiter unten) für sicher halten, so erscheint es doch kaum möglich, dies auf alle Talrichtungen zu übertragen. Übrigens ließe sich in dieser Weise gerade das, was eine Erklärung fordert, nämlich der große Kammabstand und die bedeutende Breite der ebenen Talflächen, nicht erklären. Wollte man diese für tektonisch begründet halten, so müßte man mehrere sich kreuzende Erhebungswellen annehmen.

Abgesehen davon, daß solche Annahmen in keiner Weise durch Beobachtungen zu stützen wären, könnte man sich auch die Art der dabei angenommenen tektonischen Vorgänge schwer vorstellen.

Vielleicht wird es einmal möglich sein, an die Lösung dieses geomorphologischen Problems heranzutreten, wenn man auch in anderen Teilen der Zentralalpen die Formen der ältesten Landoberfläche kennen gelernt hat.

Eine andere Erscheinung der ältesten Oberfläche der Gurktaler Alpen fordert noch eine Beachtung, d. i. die Anordnung der Gipfelhöhen. Wir haben gesehen, daß die höchsten Erhebungen eine Zone bilden, in deren Begrenzung die Richtungen SSW—ONO oder SW—NO und NW—SO hervortreten. Wir haben auch gesehen, daß hier die Kämme höher über den Ebenheiten aufragen. Wie man auch immer die früher erörterten Probleme lösen will, hier wird man eine stärkere Aufwölbung des inneren Gebirgsteiles vor Ausbildung der Ebenheiten für möglich halten können. Ebenso möchte ich die verschiedene Höhenlage der Ebenheiten wenigstens teilweise durch nachträgliche tektonische Bewegungen erklären. Gerade der unten kurz durchgeführte Vergleich unseres Gebietes mit einigen benachbarten Bergzügen hat diese Auffassung berechtigt erscheinen lassen.

Die östlichen und südöstlichen Teile der Gurktaler Alpen.

Wir haben die Gurktaler Alpen beschrieben bis zu einer Linie, die ungefähr von Feldkirchen über Gnesau nach der Ebene Reichenau von hier in einem schwachen, gegen SO gekrümmten Bogen über das oberste Glödnitz- und Metnitztal nach Murau gezogen werden kann. Östlich dieser Linie liegen niedrigere Berggruppen, die stufenförmig gegen SO absinken. Zwischen der Linie Olsa-, Metnitztal und Krappfeld und dem Görtschitztal liegen ebenfalls niedrigere Bergzüge, so daß sich zwischen den höheren Teilen der Gurktaler Alpen im Westen und dem Zuge der Seetaler Alpen und Saualpe eine weite Einsenkung in der Landoberfläche ergibt, die wir nach den bloßen Höhenverhältnissen als eine nördliche Fortsetzung des Klagenfurter Beckens betrachten dürfen.

Die höchste der Berggruppen östlich der oben genannten Linie sind die Metnitzer Alpen[1] zwischen Metnitz- und Murtal, im Osten gegen die Senke von Neumarkt abbrechend. Sie erreichen zwar in der Grebenzen (Kote 1870 und 1896) nahezu 1900 *m*, aber die anderen Gipfel ragen nirgends bis 1800 *m* auf; so liegen sie als eine niedrigere Gruppe vor dem Zuge Lichtberg—Prankerhöhe—Frauenalpe. Schärfer hebt sich die Gruppe zwischen dem oberen Gurktale und dem Metnitztale mit der höchsten Erhebung von 1880 *m* im Kruckenspitz von den bis über 2300 *m* aufragenden Bergen im NW und N ab. Niedriger ist dann die Gruppe östlich des Glödnitztales, die zwar im NW noch Höhen von rund 1700 *m* (Dorfer-

[1] Böhm versteht unter dieser Bezeichnung ein größeres Gebiet.

ecken 1722 und Mödringberg 1687) besitzt, während die gegen NO ziehenden Rücken zwischen 1400 und 1500 *m*, die übrigen um 1300 *m* liegen. Die Bergzüge südlich des Gurktales, zu beiden Seiten des Wimitztales endlich haben Kammhöhen zwischen 1200 und 1300 *m*.

Mit der Erniedrigung der Kammhöhen tritt im ganzen auch eine Verflachung des Reliefs ein. Am mannigfaltigten ist die Oberfläche in den Metnitzer Alpen, hier freilich auch bedingt durch den Wechsel von Kalken und Schiefern. Durch einen längeren Talzug mit einer Talwasserscheide in 1100 *m* Höhe westlich von St. Lambrecht wird ein nördlicher niedrigerer Kamm abgetrennt. Der südliche Bergzug ist gegliedert durch einige tiefer eingeschnittene Tälchen, die von NW nach SO zur Metnitz führen. Mehrfach scheinen hier Spuren von Verlegungen der Wasserscheide vorhanden zu sein. An der Ausgestaltung der Oberfläche haben die Eismassen des Murgletschers wesentlich teilgenommen, die das nördliche Gebiet ganz, das südliche noch teilweise überflutet haben. Der nördliche Teil erreicht im Karchauereck eine Höhe von 1654 *m*. Der Kamm ist durchwegs gerundet und breit. Er zeigt nach der Spezialkarte einige Stufen in etwas über 1500 *m* Höhe, und zwar im Rücken der Ofner Alpe und im Rücken, der vom Blasenkogel gegen O zieht. Der südliche Zug ist in einzelne Stöcke geteilt und zeigt zum Teil scharfe Kämme und schroffere Bergformen. Eine breite Kuppe ist dagegen die Kuhalpe (1784), von der sich gegen N ein Rücken mit einer auffälligen Verflachung zwischen 1500 und 1600 *m* absenkt. Der Kalkstock der Grebenzen zeigt Oberflächenformen, die an die Plateaus der Nördlichen Kalkalpen erinnern. Es liegt hier in der Höhe ein altes Relief vor, das nach unten von steilerem Gelände abgelöst wird und besonders gegen S in schroffen, zerrissenen Hängen abstürzt. Eine Stufung sehen wir im Nordkamme, der zunächst zum breiten Sattel des Schönanger absinkt, dann sich nochmals zum Kalkberg mit 1578 *m* erhebt. Gegen O zieht ein Kamm mit einer Stufe zwischen 1500 und 1450 (Königreich 1451). In ähnlicher Höhe liegen auch auf der Nordseite des Metnitztales einzelne Seitenrücken. Auch tiefere Stufen zwischen 1200 und 1300 *m* scheinen hier vertreten zu sein.

Anders erscheinen die Oberflächenformen der Gruppe zwischen dem Gurk- und Glödnitztale. Nördlich davon senkt sich der Kamm von der Beretthöhe mit 2377 langsam zur Haidner Höhe (zwischen 2100 und 2000), um dann gegen die Flattnitzer Höhe rascher an Höhe zu verlieren. Von der Haidner Höhe zieht ein Rücken mit ziemlich gleichmäßigem Gefälle gegen SO. An den über die Höhe des Beling (1750) gegen S ziehenden Rücken schließen sich als eine selbständige Berggruppe Kämme, die im Kruckenspitz mit 1880 *m* ihre größte Höhe erreichen. Die meisten Kuppen besitzen Höhen von über 1700 *m*; mehrfach liegen aber die Kämme zwischen 1600 und 1700 und einzelne breite Sättel wenig über 1500 *m*:

Besonders gegen S finden wir öfters Auslaufrücken in einer Höhe von 1600 *m* und auch etwas darunter. Auf der Ostseite tritt eine raschere Erniedrigung der Kämme ein und wir sehen z. B. im Rücken von Kaltwasser auf längere Erstreckung Höhen von wenig über 1300 *m*.

Der gegen S ziehende Hauptkamm und die Verzweigungen gegen W zeigen fast durchwegs sehr breite, flache Formen, wie wir sie im Gebiete von Bundschuh und am Hirschstein kennen gelernt haben. Die gegen W und S ziehenden Gräben sind in ihrem unteren Teile schmale Kerbtäler mit starkem Gefälle. Nach oben tritt eine auffällige Verflachung ein und die Talschlüsse sind breite Mulden, bereits einer älteren Formengruppe angehörend. Von diesen erheben sich die Gehänge sehr sanft zu den breiten Kämmen mit ihren flachen Kuppen. Wir haben also auch hier wieder den Gegensatz zwischen einem alten flachen Relief in der Höhe und einem jüngeren durch schroffere Formen ausgezeichneten in der Tiefe. Das schönste Beispiel eines solchen Tales ist das oberste Gurktal, das bei der Ortschaft Ebene Reichenau von O her in das Haupttal einmündet. Die Gurk fließt oberhalb dieser Ortschaft in einer tief eingerissenen Schlucht; oberhalb der Vereinigung der Gurk mit dem von O kommenden Seitenbach sehen wir Sohlentäler mit flach ansteigenden Gehängen.

Abwärts von der Ebene Reichenau besitzt das Gurktal den Charakter eines glazialen Trogtales; Penck spricht von der Übertiefung dieses Tales. Ich halte es aber für ganz ausgeschlossen, den Gegensatz zwischen den beiden Teilen des obersten Gurktales auf die glaziale Übertiefung des Haupttales zurückzuführen; ebensowenig bei den anderen zum Haupttale ziehenden Tälern, so bei den Verzweigungen des Görztales und bei den kleinen gegen S gerichteten Tälchen. Will man den Gegensatz zwischen den oberen und unteren Strecken dieser Täler mit der glazialen Übertiefung des Haupttales in Zusammenhang bringen, so müßte man für dieses einen präglazialen Talboden annehmen, der bei Gnesau noch eine Höhe von 1300 *m* gehabt haben müßte. Es würde sich dann aber hier im präglazialen Talboden eine Stufe ergeben, denn wir können diesen weder zwischen Himmelberg und Feldkirchen noch im östlichen Gurktale in einer ähnlichen Höhe erwarten. Eine solche Stufe im präglazialen Talboden widerspricht aber allen Erfahrungen, die man bei der Verfolgung präglazialer Talböden anderwärts gemacht hat. Überdies würde man zu dem unwahrscheinlichen Betrag von 300 bis 400 *m* für die glaziale Übertiefung kommen. Der präglaziale Talboden lag wohl viel tiefer und es mag mit der Übertiefung z. B. die niedrige Stufe bei Zedlitzdorf zusammenhängen. — Es hat also die Zerstörung des in der Höhe noch weithin erhaltenen alten Reliefs nicht erst in der Eiszeit begonnen, sondern der besprochene Formengegensatz bestand schon vorher.

Wie in den Höhenverhältnissen und in der Gestalt der Kämme finden wir auch in der Gestalt der Täler einen Gegensatz zwischen der West- und Ostseite dieser Gruppe. Die Täler sind hier in gleicher Entfernung vom Hauptkamm tiefer eingeschnitten; ihr Gefälle ist gleichmäßig und sie zerfallen nicht in zwei so auffällig voneinander geschiedene Talstrecken. Auch die Gehänge zeigen eine gleichmäßigere Abdachung und sind steiler als die oberen Gehänge der Westseite. Wir können daher hier nicht — wenigstens soweit die bisherigen Beobachtungen reichen — ein altes Relief in der Höhe einem jüngeren in der Tiefe gegenüberstellen. Spuren eines alten Talbodens finden sich zwar auch hier, aber in geringerer Höhe.

Die nächste östliche Gruppe zwischen Gurktal und Metnitztal beginnt im NW mit einem im Dorferecken über 1700 *m* (Kote 1722) aufragenden Kamm, der von den Fiattnitzer Bergen durch einen Sattel (Kote 1368) getrennt ist. Weiter östlich folgt noch die Erhebung des Mödringberges (1687). Von den hier ausstrahlenden Seitenrücken besitzen die gegen NO und ONO ziehenden noch Höhen von nahezu 1500 *m*, während der gegen O gerichtete sich bald tiefer absenkt; es bleibt dann von einzelnen tieferen Sätteln abgesehen auf eine längere Erstreckung in einer Höhe zwischen 1300 und 1350 *m*. Gegen S ziehen zu beiden Seiten des Mödringgrabens Rücken mit sehr gleichmäßigem Gefälle; sie enden mit Höhen von 1235 und 1265 *m*. Alle Kämme haben breite Rückenformen und an einzelnen Stellen, so am Saumarkt (1345, Grades SO) sehen wir flache Erhebungen mit weit ausladenden sanften Gehängen. Die nach S gegen das Gurktal ziehenden Täler beginnen oben in ziemlich flachen Mulden, nehmen dann den Charakter von Kerbtälern an und besitzen erst in den unteren Strecken eine sich allmählich verbreiternde Sohle. Die sie begleitenden Steilhänge gehen aufwärts bald in flache Gehänge über. Zwischen diesen unteren Talstrecken sehen wir, das Gurktal begleitend, eine deutliche Stufe, einen ausgesprochenen Talboden zwischen 950 und 1000 *m*; vereinzelt treten auch Spuren einer tieferen Stufe auf. Im Westen brechen die oben genannten Auslaufrücken zu beiden Seiten des Mödringgrabens über diesem Talboden ab und wir können ihre Formen deutlich scheiden von flachen Gehängen, die mit dem alten Talboden zusammenhängen. Weiter östlich scheint aber eine Verflößung zwischen beiden Formengruppen eingetreten zu sein und nur eine sehr eingehende Untersuchung könnte vielleicht eine solche Scheidung ermöglichen.

Das Gebiet zwischen dem unteren Gurktal und der Furche des Glantales (Wimitzerberge nach v. Böhm) besteht aus zwei gegen ONO ziehenden Höhenzügen. Der nördliche hat meist Kammhöhen zwischen 1000 und 1100 *m* mit mehreren Kuppen um 1200 *m* Höhe; der südliche ist höher und zeigt öfters Aufragungen bis 1300 *m* und etwas darüber. Der nördliche besitzt einen Steilhang

gegen N zum Gurktal, dagegen gegen S eine flache Abdachung mit deutlichen Spuren eines alten Talbodens in Höhen über 900 *m*, der also dem Talboden nördlich des Gurktales entsprechen dürfte. Auch auf der Nordabdachung des südlichen Kammes sehen wir die Spuren dieses Talbodens. Auch auf dessen Südseite dürften Spuren davon vorhanden sein, doch scheint hier schon eine Verwischung durch glaziale Wirkungen eingetreten zu sein.

Zusammenfassung über den östlichen und südöstlichen Teil.

Die Untersuchung des südöstlichen Teiles der Gurktaler Alpen hat ergeben, daß sich in den einzelnen Gruppen die Kammhöhen innerhalb ziemlich enger Grenzen bewegen und wir erkennen daraus eine stufenförmige Anordnung der Höhen. Wir können im wesentlichen folgende Fluren für die einzelnen Stufen feststellen. Die tiefste Flur in einer Höhe von 1200 und 1300 *m* Höhe ist gegeben in den Kämmen südlich des Gurktales und im südlichen und östlichen Teile der Gruppe zwischen dem Gurk- und Metnitztale; hierher gehören auch noch Kämme westlich des Glödnitztales, nämlich der Rücken vom Schleichkogel gegen SO und der Rücken des Kaltwassers. In der gleichen Höhe liegen auch die Kämme im südlichen Teile der Berge zwischen dem Metnitz- und Görtschitztale. Die nächst höhere Flur sehen wir in den Kämmen, die vom Mödringberg gegen NO ziehen, ferner in Höhen nördlich des Metnitztales, endlich auch auf der Ostseite der Grebenzen; damit stimmen noch überein die Kammhöhen unmittelbar südlich der Neumarkter Senke. Die östlichen Ausläufer der Gerlitzen liegen nicht viel höher. Diese Flur von 1450 bis 1500 *m* hat eine wesentlich geringere Ausdehnung als die vorher besprochene und könnte als ein Übergang zwischen dieser und der höchsten Flur betrachtet werden. Die letztere mit 1700 bis 1800 *m* Höhe ist ausgeprägt im westlichen Teil der Gruppe zwischen dem Glödnitz- und Gurktale; hier ergibt sich auch eine Beziehung zu den tieferen Stufen der östlichen Auslaufrücken des Wöllaner Nocks. Die Höhen des Dorferecken und Mödringberg leiten hinüber zu den Höhen der Metnitzer Alpen, wo allerdings die Grebenzen noch zu größerer Höhe aufragt.

Ähnliche Kammhöhen wie in den Metnitzer Alpen finden wir auch im sogenannten Tamsweg-Seckauer Höhenzug östlich von Gstoder, so in der Kramerhöhe (1806), der Stolzalpe (1816), im Pleschaitz (1797) und Bocksruck (1766). Auch in den nördlichen Ausläufern der Seetaler Alpen sehen wir einen langen Kamm in dieser Höhe (Kalkriegel 1771, Schafkogel 1774 und Weißeck 1743). Österreich hat die genannten Höhen des Tamsweg-Seckauer Zuges bereits in einen genetischen Zusammenhang gebracht. Er sieht darin die zweite Talanlage für das obere Murgebiet, während verschiedene Kammhöhen in rund 2000 *m* auf der Südseite der Niederen Tauern und Nordseite der Gurktaler Alpen der ersten

Talanlage gegenüber einer Uroberfläche in rund 2500 *m* entsprechen sollen. Österreich sieht in den Stufen der Kammhöhen Reste von Talböden; er erklärt also die Anordnung der Höhen rein nur durch die Erosion, dabei stillschweigend von der Voraussetzung ausgehend, daß das Gebirge während dieser Entwicklung keine wesentliche tektonische Veränderung mehr erfahren habe.

Will man diese Auffassung auf unseren Fall anwenden, so hätte man in den drei Fluren zeitlich aufeinander folgende und ineinander geschaltete Flächen zu sehen, die ihre Entstehung rein nur einem Wechsel von Phasen der Tiefenerosion mit solchen langer Stillstandslagen der Erosionsbasis verdanken würden. Aus jeder dieser Flächen wäre in der darauffolgenden Epoche zunächst das in der Höhe überall mehr oder weniger ausgeprägte schwache Relief herausgearbeitet worden. Der jüngsten Stillstandslage würde dann der im Gurk- und Wimitztale auftretende Talboden entsprechen.

Für die höchste Flur ergibt sich eine naheliegende Beziehung zu den Ebenheiten des höheren Gebirgsteiles, für die Metnitzer Alpen zu der im Oberberg angedeuteten Ebenheit — wobei allerdings die größere Höhe der Grebenzen herausfällt; Österreich hält aber eine spätere Aufwölbung dieser meridional streichenden Kalkplatte für möglich — für die Gruppe zwischen Gurk- und Glödnitztal zu der Ebenheit an der Ostseite der Moschlitzen. Diese Ebenheiten hätte man sich also weiter ausgedehnt zu denken und sie wären die Ausgangsformen gewesen für das alte Relief der genannten Gruppen. Führt man diesen Gedanken weiter, immer unter Ausschluß späterer tektonischer Veränderungen von durchgreifender Wirkung, so müßte man die Existenz einer Ebene von großer Ausdehnung in wenigstens 1800 *m* Höhe annehmen. Sie hätte sich nicht nur über den Raum zwischen den Gurktaler Alpen und dem Seetaler- und Saualpenzug erstreckt, sondern auch über das ganze Klagenfurter Becken bis zu den südlichen Kalkalpen, anderseits über das Murgebiet vom Gstoder weit nach Osten. Südlich des Murtales hätten nur die höheren Teile der Seetaler Alpen, der Stubalpe und Gleinalpe darüber aufgeragt.

Auch die nächst tiefere Flur (1400 bis 1500 *m*) hätte eine weite Ebene bilden müssen und würde im Murtale einem ausgedehnten, sehr breiten Talboden entsprechen; wir finden hier vielfach Rücken dieser Höhenlage und Österreich führt diese auf die dritte Talanlage zurück. Unsere Flur von 1200 bis 1300 *m* Höhe wäre in Kärnten noch immer als ausgedehnte Ebene zwischen den höheren eingeschaltet zu denken. Die tiefste Flur von 900 bis 1000 *m* wäre hier meist als breiter Talboden, nur im mittleren Teile des Klagenfurter Beckens noch als Ebene aufgetreten.

Wir sehen also an der Südostabdachung der Gurktaler Alpen einen Aufbau in großen Stufen. Daß ein Zusammenhang dieser Stufen mit der Anordnung der Gesteine hier gänzlich ausgeschlossen ist,

ergibt schon der immerhin verwickelte geologische Aufbau des Gebietes. Ebensowenig können die einzelnen Stufen mit klimatischen Höhenzonen zusammenhängen. Erklären wir diese Formenentwicklung nur aus Abtragungsvorgängen, so ist wenigstens für die höheren Fluren deren große Ausdehnung unverständlich. Sie können nicht als Talebenen aufgefaßt werden. Was immer für eine durch das Klima bedingte Abtragungsart angenommen werden mag, es bleibt immer unverständlich, warum hier durch die Abtragung eine mehr oder weniger ebene Fläche entstand, während daneben die Höhen nur zertalt, aber doch als ein viel höher aufragender Teil der Landoberfläche erhalten blieben. Die Entstehung durch die Abtragung allein ist unerklärbar, wenn wir z. B. für die höchste Flur eine gleich hohe Ausgangsfläche annehmen, wie für das benachbarte Gebirge. Nehmen wir aber für die höchste Flur eine tiefer liegende Ausgangsfläche an, so legen wir der Erklärung bereits einen außerhalb der Abtragung liegenden Faktor, also eine tektonische Ursache zugrunde. Dasselbe gilt, wenn wir die Entstehung der tieferen Ebenen aus den nächst höheren erklären wollen.

An tektonische Ursachen haben wir schon früher bei der Erklärung des Auftretens größerer Gipfelhöhen im inneren Teile des Gebirges gegenüber den randlichen Teilen gedacht; ebenso ist es naheliegend die verschiedene Höhenlage der hohen Ebenheiten durch nachträgliche, wenn auch kleine tektonische Veränderungen zu begründen. Die Unmöglichkeit, den Stufenbau an der Südostseite des Gebirges durch bloße Vorgänge der Abtragung zu erklären, führt uns auch hier zu der Meinung, daß dabei nachträgliche tektonische Veränderungen, und zwar wohl Absenkungen des Gebirges in einzelnen Schollen eingetreten sind.

Wir haben bei der Beschreibung der einzelnen Gebirgsteile im Südosten gesehen, daß fast durchwegs ein altes flaches Relief in der Höhe auftritt, dem die jüngeren Erosionsformen der Tiefe gegenüberstehen. Die Formen dieses alten Reliefs erinnern überall an die Formen, die in den randlichen Gebieten des höheren Gebirgsteiles über den Ebenheiten auftreten. Wir nehmen daher an, daß alle diese alten, hoch gelegenen Oberflächenformen einander entsprechen und einer einzigen Landoberfläche angehören, die dann durch tektonische Vorgänge zerstückelt wurden, so daß die einzelnen Teile in verschiedene Höhenlagen kamen. Ob wir dies auch für die Bergzüge der tiefsten Flur zwischen 1200 und 1300 *m* annehmen dürfen, oder ob die Oberflächenformen dieser Stufe doch jünger sind, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Auch die Verhältnisse im Tamsweg-Seckauer Höhenzuge lassen sich meiner Ansicht durch spätere tektonische Veränderungen besser erklären, als durch die von Österreich aufgestellten drei Talanlagen, mit ihren für die erste und zweite Anlage abnorm breiten Talböden. Wie schon oben angedeutet, sehen wir in diesem Höhenzüge im östlichen Teile Berge von rund 1800 *m*

Gipfelhöhe, dagegen ragen westlich der Gstoder bis 2141 *m*, der Lasaberg bis 1954 *m* auf. Alle Gipfel erheben sich über deutlichen Auslaufrücken, die im westlichen Teile Höhen von ungefähr 1800 *m*, im östlichen von rund 1500 *m* besitzen. Im Westen sehen wir die Flur von 1800 *m* nicht nur in den Auslaufrücken am Lasaberg und Gstoder, sondern auch in den Höhen zwischen den Längstalfurchen Tamsweg—Seebach und Prebersee—Krakaudorf, ferner im Schwarzenberg (Tamsweg SW) ausgeprägt. Die Höhen tragen im einzelnen meist das Gepräge einer reichen glazialen Bearbeitung, weisen aber deutlich auf eine gemeinsame Ausgangsform in ungefähr 1800 *m* Höhe hin. Wir haben also hier eine ausgedehnte Ebenheit, die etwas tiefer liegt als die auf der Nordseite des Bundschuhgebietes gefundene Ebenheit. Wenn wir mit dieser die Ebenheit rings um den Lasaberg parallelisieren, so erhalten wir südlich der Niederen Tauern für die älteste Zeit eine Landoberfläche, in der einzelne Kämme aus einer ausgedehnten Ebenheit sich flach erheben. Wir können zwar, wie oben dargelegt, die Entstehung einer so gestalteten Landoberfläche nicht hinreichend erklären, knüpfen aber unsere Rekonstruktion besser an die tatsächlichen, noch nachweisbaren Oberflächenformen, als bei Annahme einer nur durch wenige Formen begründeten überaus weiten Talebene, deren Entstehung theoretisch auch kaum erklärbar ist. Wir haben es oben für möglich gehalten, daß die Ebenheit auf der Nordseite des Bundschuhgebietes gegenüber den inneren Teilen der Gurktaler Alpen herabgebogen wurde; eine weitere Absenkung hätten wir dann im Gebiete des Lasaberges anzunehmen, wobei es sich allerdings nur um verhältnismäßig geringe Beträge handeln würde. Eine bedeutendere Senkung müssen wir für die östlich anschließenden Teile des Tamsweg-Seckauer Höhenzuges annehmen, wenn wir die dort in 1500 *m* Höhe durch die Auslaufrücken angegebene Ebenheit mit jener im W und im S im Gebiet der Frauenalpe gleichstellen wollen. Die Senkung wäre geschehen ungefähr in einer Linie, die von Krakaudorf über Seebach und das Allgäueck gegen S zu ziehen wäre. Wenn wir diese Auffassung folgerichtig durchführen, müssen wir auch den Südrand der Niederen Tauern tektonisch erklären. Dieser Gebirgszug besitzt nicht nur ganz andere Oberflächenformen, sondern auch viel bedeutendere Kammhöhen als die Zentralalpen südlich davon. Dieser Unterschied kann auf keinen Fall allein aus der Abtragung erklärt werden, sondern das Gebirge nördlich und südlich einer dem Südrand der Niederen Tauern entlang von W nach O ziehenden Linie erscheint durch verschiedene tektonische Schicksale voneinander getrennt.

Im Waldkogelzuge beobachten wir ein stufenweises Absinken der Kammhöhen von N nach S und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir auch dies tektonisch erklären.

Weitere Aufgaben der geomorphologischen Forschung.

Bei den hier angenommenen tektonischen Veränderungen handelt es sich um vertikale Verschiebungen. Es sind dies Vorgänge, die mit der Hauptfaltung des Gebirges nichts zu tun haben, sondern dieser als eine selbständige Phase nachfolgten. Es ist dann ein Problem für sich, ob diese Störungen gleichzeitig oder in Etappen erfolgten. Erst zuletzt kann an die Lösung der Frage nach dem geologischen Alter dieser Vorgänge herangetreten werden.

Wir haben diese tektonischen Vorgänge angenommen, nicht auf Grund von Beobachtungen im Schichtbau — es erscheint sehr fraglich, ob es einmal möglich sein wird, diese Störungen im Schichtbau überhaupt zu erkennen — sondern auf Grund morphologischer Beobachtungen und Erwägungen und es ist natürlich, daß auch die weiteren Probleme von solchen Gesichtspunkten ausgehend, behandelt werden müssen. Als nächste Frage erscheint uns die, in welchem Stadium der Oberflächenentwicklung eine Scholle von einer Störung betroffen wurde. Wir haben oben gesehen, daß auf die Ausbildung der hohen Ebenheiten eine Phase folgte, die durch das Auftreten von hochgelegenen Talböden und Terrassen festgelegt erscheint. Erst eine Parallelisierung dieser in den einzelnen Teilen des Gebirges verschieden hoch liegenden Formen, könnte eine Lösung dieser Frage ermöglichen. Absenkungen, wie wir sie an der Südostabdachung der Gurktaler Alpen angenommen haben. bewirkten eine Auflösung des vorher einheitlichen Gebirges in einzelne Schollen; sie bedingten aber auch eine verschiedene Stellung der Schollen zum weiteren Prozeß der Abtragung. So mußten die verschiedenen Schollen infolge der tektonischen Veränderungen nachher getrennte Wege der Oberflächenentwicklung gehen. Die Behandlung des obigen Problems ist daher eine Voraussetzung für eine weitere, ins einzelne gehende Vergleichung der Oberflächenformen der einzelnen Schollen; gerade bei Beurteilung der tiefer liegenden Teile des Gebirges wird dies besonders zu beachten sein.

Das uns bisher über Talböden und Terrassen dieses Gebietes zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial ist zu dürftig, um an die Behandlung dieser Frage herantreten zu können. Es soll dies Gegenstand künftiger, besonderer Untersuchungen sein. Ich möchte hier nur auf ein solches Problem aus den östlichen Gurktaler Alpen hinweisen.

Im Paalgraben liegt unter den durch die Auslaufrücken festgelegten Ebenheiten der Talboden des Ebenwaldes. Im heutigen Tale selbst haben wir zwei Entwicklungsstadien erkannt, indem dem nördlichen Kerbtale im Süden eine Tallandschaft mit breiterem Boden (freilich auch stark glazial umgestaltet) und flachen Gehängen gegenübersteht. Wir sehen also hier in der Talentwicklung zwei Phasen mit Verbreiterung der Talsohle und darauf folgend, durch Tiefenerosion gekennzeichnete Phasen. Im Gebiete zwischen Gurk-

und Glödnitztal finden wir unter den Auslaufrücken einen hohen Talboden. Im nächst östlichen Gebiete zwischen Gurk- und Metnitztale liegt ein alter Talboden zwischen 900 und 1000 *m*; es war nur im westlichen Teile dieser Gruppe möglich zu zeigen, daß die Auslaufrücken in keiner Beziehung zu diesem Talboden stehen, während im östlichen Teile darüber keine Sicherheit gewonnen werden konnte. Auch zu beiden Seiten des Wimitztales tritt dieser Talboden auf; die übrigen Formen dieses Gebietes erscheinen aber noch nicht hinreichend aufgeklärt. Es ergibt sich nun die Frage, können wir den Talboden von 900 bis 1000 *m* mit dem des obersten Gurktales in rund 1400 *m* parallelisieren, und weiter, in welcher Beziehung steht dieser letztere zu den Entwicklungsstadien des Paalgrabens? Aus der Lösung dieser Fragen müßte sich ergeben, in welchem Entwicklungsstadium die Teile des Gebirges von den Absenkungen betroffen wurden, ferner ob wir eine oder mehrere Störungsphasen anzunehmen haben. So würde sich dann auch ein Vergleich der Kammformen der tiefsten Scholle mit den höheren durchführen lassen.

Eine Parallelisierung der Talböden wird aber nur auf einem Umwege über die benachbarten Gebiete möglich sein. So wären die Talböden auf der Nordseite der Gurktaler Alpen im Murtale und im nördlichen Paralleltale zu verfolgen. Ob dies bis in das Becken von Judenburg möglich ist, oder ob, wie Österreich und Slanar (16) meinen, die Fortsetzung der Talterrassen des oberen Murgebietes über die Senke von Neumarkt im Draugebiet zu suchen ist, möge noch dahingestellt bleiben. Auf der Süd- und Ostseite der Gurktaler Alpen ergeben sich natürlich mannigfache Beziehungen zu den Terrassen des Draugebietes.

Erst nach einer solchen Parallelisierung könnte man an die Frage nach dem geologischen Alter der Talböden und hohen Ebenheiten, anderseits der jungen tektonischen Störungen herantreten. Unmittelbare Beziehungen zu jüngeren Tertiärschichten könnten sich ergeben im Klagenfurter Becken (Saltnitz Konglomerat) und im Lavanttale; im Murgebiete würden, abgesehen von den ausgedehnten Tertiärablagerungen abwärts von Judenburg, die Tertiärschichten im nördlichen Paralleltale (bei Oberwölz und Schöder) und im Lungau Anhaltspunkte dafür ergeben.

Ohne hier weiteren Untersuchungen vorgreifen zu wollen, möchte ich doch die Ansicht aussprechen, daß die meisten der hochgelegenen Talterrassen in den östlichen Alpen jünger sind als das Braunkohlen führende Miozän. Ich habe diese Meinung schon früher (17) für die Umwandung der Grazer Bucht, die Mur-Mürzfurche und das Lavanttal vertreten. Seither hat mir für die Grazer Bucht Winkler (18) beigestimmt, der mit mir die dortigen alten Talböden für pliozän hält. Für das innere Gebirge glaube ich eine Bestätigung meiner Ansicht finden zu können in den Ausführungen von Petraschek (19). Dieser Forscher zeigt, daß das Miozän im Inneren

der Alpen durchwegs sehr beträchtliche Störungen erfahren hat. Er hält die miozänen Süßwasserschichten nicht für Ablagerungen eines Flußsystems, sondern für Überreste einer früher weiter ausgedehnten Sedimentdecke. Nach dieser Auffassung wäre das Miozän nicht in Tälern abgelagert worden, aus denen sich die heutigen Täler unmittelbar entwickelt hätten, sondern das Relief des Gebirges war damals ein ganz anderes. Man müßte sich nach dieser Auffassung denken, daß damals zwischen Erhebungen weite flache Mulden bestanden, die von den miozänen Seen eingenommen waren. Darauf erfolgte eine umfassende tektonische Umformung des Gebirges, bei der das Miozän gehoben und abgesenkt, zum Teil auch eingeklemmt wurde. Für die Entwicklungsgeschichte der Gebirgsoberfläche müßte sich aber daraus ergeben, daß erst diese jüngeren tektonischen Veränderungen jene Epoche der Abtragung eingeleitet haben, der die heutigen Täler ihre Entstehung verdanken. Es soll damit allerdings nicht gesagt sein, daß es ausgeschlossen ist, in den einzelnen Gebirgsstöcken noch Formen eines vormiozänen Reliefs zu erkennen; die Talterrassen selbst müßten aber wohl fast durchwegs jünger sein. Daß dies wenigstens in vielen Fällen zutrifft, kann man an den Talterrassen der Gegend von Leoben und im Mürzgebiet erkennen.

Die jungen tektonischen Linien der Gurktaler Alpen im Zusammenhang mit tektonischen Linien der übrigen östlichen Alpen.

Bei den oben angenommenen jungen tektonischen Veränderungen handelt es sich jedenfalls meist nur um Verbiegungen, vielleicht um Flexuren, kaum aber um ausgesprochene Verwerfungen. Wenn wir also diese Verbiegungen durch tektonische Linien festlegen wollen, so können wir nirgends den bestimmten Verlauf einer solchen Linie angeben, sondern müssen uns mit einer annähernden Angabe begnügen; deutlich tritt nur die Streichrichtung der Verbiegungen hervor.

In den Gurktaler Alpen selbst begegnen wir im wesentlichen zwei Richtungen, nämlich der von NW nach SO und der von SW nach NO, beziehungsweise WSW nach ONO. Schon in der Begrenzung der innersten Zone unseres Gebirges mit den größten Gipfelhöhen gegenüber den flacheren randlichen Teilen sind diese beiden Richtungen hervorgetreten. Die ungleiche Höhe der Ebenheiten läßt ebenfalls auf tektonische Wirkungen schließen. Die diesbezüglichen Verbiegungen auf der Nordseite des Gebirges lassen aber eine Festlegung von tektonischen Linien nicht zu. Deutlicher treten solche auf der Südseite hervor. Wenn unsere Auffassung über die Oberflächengestaltung der Bergzüge Tschiernock—Millstätter Alpe und des Mirnocks richtig ist, liegt hier das Niveau der Ebenheiten tiefer als im inneren Teile des Gebirges und als Streichrichtung einer hier anzunehmenden Verbiegung würde annähernd die

NW—SO-Richtung gelten können, ungefähr entsprechend dem Talzuge des Afritztales und seiner Fortsetzung gegen NW. Östlich davon sehen wir das Gebirge in den Stöcken des Wöllaner Nock und der Gerlitzen stufenweise gegen S absinken, und zwar an WSW—ONO streichenden Linien, die ebenfalls in gleichgerichteten Talzügen wieder zum Ausdruck kommen.

Viel sicherer ist aber die Aufstellung tektonischer Linien an der Südostseite des Gebirges. Wir haben oben gesehen, daß die Gruppe zwischen dem Gurk- und Metnitztale sowohl im W als auch im N von höherem Gebirge umgeben ist und haben sie als eine abgesenkte Scholle betrachtet. Die Absenkung muß also an zwei Linien vor sich gegangen sein, im W an einer NW—SO ziehenden, die annähernd mit der Richtung des Gurktales zwischen Pattergassen und Gnesau übereinstimmen würde, im N an einer aus der Gegend der Ebene Reichenau gegen ONO bis NO ziehenden Linie. Die weitere Fortsetzung dieser Linie gegen NO trennt den Kamm des Dorferecken—Mödringberg von den höheren Bergen zu beiden Seiten der Flattnitz und weiterhin die Metnitzer Alpen von dem höheren Bergzuge Lichtberg—Prankerhöhe—Frauenalpe. Diese Linie Ebene Reichenau—Murau bestimmt also annähernd das Streichen der Absenkung der höchsten der südöstlichen Gebirgsschollen. Schwieriger ist eine entsprechende Linie für die tiefste Scholle festzulegen. Wir nehmen sie zunächst parallel der vorhergehenden aus der Gegend von Gnesau nach NO bis in die Gegend von Grades im Metnitztale streichend an, von wo dann eine Umbiegung gegen O eintreten dürfte. Ob es berechtigt ist, auch in den Begrenzungen der Flur von 1400 bis 1500 tektonische Linien zu sehen, scheint mir fraglich; es handelt sich bei dieser Flur vielleicht weniger um eine selbständige Scholle, sondern mehr um ein Übergangsglied zwischen der höheren und tieferen.

Es wurde schon in der Einleitung hervorgehoben, daß die Gurktaler Alpen ringsum von höheren Gebirgsteilen umgeben sind, nur im SO an das Klagenfurter Becken grenzen. Wir können aber die Gurktaler Alpen samt dem westlichen Teile des Tamsweg-Seckauer Höhenzuges, dem Höhenzuge westlich des Görtschitztales und dem Klagenfurter Becken als eine höhere Einheit innerhalb der Ostalpen auffassen, als eine ringsum von höheren Gebirgszügen begrenzte Scholle, in sich aber mehrfach verbogen und durch Absenkungen wieder in einzelne Schollen geteilt. Daß die Begrenzungen dieser großen Scholle durchwegs tektonischer Art sind, liegt auf der Hand. Für den Südrand, also gegenüber den Südlichen Kalkalpen ist die tektonische Natur schon durch den Schichtbau gegeben; das im ganzen NW—SO gerichtete Streichen der Zentralalpen schneidet hier an den von W nach O ziehenden Strukturlinien der Kalkalpen ab. Für uns handelt es sich aber mehr um die Höhenverhältnisse und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die Grenze der Kalkalpen gegen das Klagenfurter Becken mit jungen

tektonischen Veränderungen in Zusammenhang bringen. Bei der Westbegrenzung, wo sich die Gurktaler Alpen am schärfsten gegen höheres Gebirge abheben, wurde schon eingangs auf die Beziehung zur Katschberglinie hingewiesen. Auch hier dürfen wir den Höhenunterschied wohl nicht durch jene tektonischen Vorgänge erklären, die sich im Schichtbau erkennen lassen und die Geyer zur Aufstellung der transversal gerichteten Katschberglinie veranlaßt haben, sondern müssen ebenfalls an jüngere Bewegungen denken; eine ihnen entsprechende Linie wäre über die Thorscharte ungefähr zum Katschberg zu ziehen, hat also die Richtung SW—NO. Daß wir den Nordrand gegen die Niederen Tauern auch tektonisch erklären müssen, wurde früher dargetan; hier handelt es sich um eine W—O, dann allmälich gegen ONO streichende Linie. In der gleichen Weise ist der Ostrand gegenüber dem Zuge der Seetaler Alpen und Saualpe aufzufassen; hier handelt es sich um eine meridional gerichtete, dem Götschitztale folgende tektonische Linie. Dieser Ansicht begegnen wir auch bei Diener (6), der die Konfiguration der Kämme der Saualpe und auch der Koralpe auf meridionale Querbrüche zurückführt. Wenn er dabei auf die von Höfer (20) in der Gegend von Eberstein und im Lavanttale nachgewiesenen meridionalen Brüche verweist, so erscheint es uns, wenigstens für das Görtschitztal, noch fraglich, ob die mit diesen Brüchen zusammenhängenden Bewegungen auch die Ursache der heutigen Höhenunterschiede sind, oder ob wir nicht auch hier jüngere Bewegungen an den alten Linien annehmen müssen.

Im Bereiche der Gurktaler Alpen und ihrer Umgebung sehen wir also das Auftreten junger tektonischer Linien mit Richtungen, die auch sonst in den östlichen Alpen vielfach hervortreten. Der Richtung NW—SO folgt das Faltenstreichen der östlichen Hohen Tauern, ebenso auch des Glimmerschieferzuges, der aus den Sölker Tauern in das Gebiet der Seetaler Alpen—Saualpe und Stubalpe—Koralpe zieht. Daß diese Richtung auch in der Tektonik des Grazer Paläozoicums und des Tertiärs der Grazer Bucht eine Rolle spielt, wurde von Heritsch (21), beziehungsweise von Winkler (22) nachgewiesen. Welche Rolle die SW—NO-Richtung im Gebirgsbau der östlichen Alpen spielt, ist längst bekannt. Wir sehen sie im Streichen der krystallinen Gesteine der Glainalpe und zu beiden Seiten des Mürztales, endlich auch im nordöstlichen Teile der Grauwackenzone. Es ist weiter bekannt, daß innerhalb dieser Züge zum Teil mit heutigen Tälern zusammenfallend, das Tertiär an Linien dieser Richtung abgesunken erscheint. Es handelt sich dabei jedenfalls um mehrere parallele Linien mit einzelnen grabenförmigen Einsenkungen dazwischen, wenn wir auch nicht annehmen dürfen, daß der Talzug Mur-Mürzfurche eine einzige grabenförmige Versenkung darstellt. Mit diesen Fragen hat sich erst jüngst Stiny (23) beschäftigt; er hat gezeigt, das parallel zum Mürztal im oberen Feistritzgebiet Tertiär zwischen solchen Linien im krystallinen Grundgebirge eingesenkt ist und hat diese Linien als Waldheimat-

linie zusammengefaßt. Mit einer anderen Parallellinie zwischen dem Rennfeldzuge und dem Breitenauer Graben, der Eyweglinie, hat uns Schmidt (24) bekanntgemacht. — Wie alle diese Linien mit jenen zusammenhängen, an denen der Einbruch des Wiener Beckens erfolgte, ist vielfach erörtert worden. Daß diese Richtungen auch im Bereiche des Grazer Paläozoicums und der tertiären Grazer Bucht hervortreten, wissen wir aus den Arbeiten von Heritsch und Winkler (s. oben).

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß auch der Südrand der nördlichen Kalkalpen von Trofayach bis ins Wiener Becken diese Richtung besitzt. Die Kalkalpen erheben sich hier mit einer mehr oder weniger einheitlichen Mauer über das vorliegende, der Grauwacken- und Zentralzone angehörende Gebirge, und zwar betrifft das nicht nur die aus Triasgesteinen aufgebauten Kalkalpen, sondern es gehört dazu auch ein Teil der paläozoischen Eisenerzer Alpen, wenigstens der Stock des Reichenstein. Dieser bildet mit den Plateaus des Hochschwab eine morphologische Einheit, zusammengefaßt durch die Gleichheit der Abtragformen im Kleinen wie im Großen, mögen auch die tektonischen Schicksale des paläozoischen und mesozoischen Teiles während der Gebirgsfaltung noch so verschieden gewesen sein. Es kann nur ein jüngerer tektonischer Vorgang diese Gebiete verschiedener Zusammensetzung und verschiedenen Baues zu einer Einheit zusammengeschweißt und über die Umgebung hinausgehoben haben. Ob wir hier wie beim Südrand der Niederen Tauern, verleitet durch die auffällige Schärfe des Randes im Landschaftsbilde an eine Verwerfung oder nur an ein Flexur als Ursache des Höhenunterschieds denken dürfen, möchte ich noch dahingestellt sein lassen. Im einzelnen ist der Rand ein Werk der Denutation und wir haben keine Bruchstufe, sondern eine Denutationsstufe vor uns.

Im Mur- und Mürzgebiete sehen wir an einigen Linien noch die im Südrande der Niederen Tauern auftretende W—O-Richtung. Schmidt (a. o. O.) hat uns im Gebiete der Brucker Hochalpe mit zwei auch in der Oberflächengestaltung zur Geltung kommenden Linien, der Trasattellinie und der Pöller Linie, bekanntgemacht. Er vermutet ihre Fortsetzung gegen W noch in das Gebiet des Tertiärs von Seckau. Parallel dazu finden wir noch andere, zum Teil auch mit Tertiärablagerungen zusammenhängende Linien, so im Gebiet von Parschlug (25). Von hier folgt das Tertiär von Winkl bei Kapfenberg einer Linie nach W gegen Steg im Lammingtale und eine weitere Fortsetzung gegen W erscheint gegeben durch die von Vetters (26) nachgewiesene Trofayachlinie. — Es sei noch darauf hingewiesen, daß auch parallel zum Südrande der Niederen Tauern Miozän zum Teil gestört in der Tiefe liegt. Möglicherweise handelt es sich auch hier um kleinere Störungslinien, deren geologischer Nachweis bisher nicht erfolgt ist.

Daß die meridional streichende Görtschitzlinie eine Parallele in den jungen Bruchlinien des Lavanttales besitzt, wurde bereits angedeutet.

Wir haben hier gesehen, daß dieselben Richtungen, die wir an den in den Gurktaler Alpen auf dem Wege einer geomorphologischen Untersuchung gefundenen tektonischen Linien gefunden haben, auch sonst im Gebirgsbau der östlichen Alpen zahlreich wiederkehren. Es soll damit aber keineswegs gesagt sein, daß sich an diesen Linien annähernd gleicher Richtung tektonische Vorgänge zur selben Zeit und der gleichen Art abgespielt haben; aber es scheint, daß mehrfach an denselben Linien oder wenigstens parallel dazu in späterer Zeit Vorgänge anderer Art gewissermaßen posthum eingetreten sind. Wir werden daher wohl annehmen müssen, daß darin eine gemeinsame Ursache im Grundplan für den Aufbau des Gebirges ausgedrückt ist.

Zusammenhang von Talrichtungen mit tektonischen Linien.

Noch eine andere Erscheinung soll in diesem Zusammenhang kurz besprochen werden. Es wurde hier schon mehrfach auf die merkwürdigen Talzüge im südlichen Teile der Gurktaler Alpen hingewiesen, von denen das Afritztal mit seiner nordwestlichen Fortsetzung der Richtung NW—SO, das Klein-Kirchheimer und Teuchental und die kurze Einsenkung Puch—Winklern darauf senkrecht, der Richtung WSW—ONO folgen. Der letzteren Richtung folgt übrigens auch das Gurktal von Sirnitz bis Zwischenwässern, das Wimitztal und endlich die Furche Ossiacher See—Glantal. Daß diese Richtung in der jungen Tektonik unseres Gebietes eine Rolle spielt, wurde oben gezeigt und es ist daher wohl ein Zusammenhang beider Erscheinungen naheliegend. Solche Zusammenhänge sind ja schon vielfach hervorgehoben worden; es sei hier nur auf einige andere besonders auffällige Talrichtungen in der Nachbarschaft hingewiesen. Wir finden die NW—SO-Richtung im unteren Mölltal und dann fortgesetzt im Drautale abwärts bis Villach, ferner im Maltatale und im Radlgraben, im oberen Liesertale, im obersten Mur-, Zederhaus- und Taurachtal, ferner weiter östlich, schon oft von verschiedenen Autoren hervorgehoben, in den unteren Talstrecken des Ranten-, Katsch- und Wölzerbaches, dann im unteren Pöls- und Ingeringtale, dann im oberen Lavanttale, ferner im unteren Liesing-, Vordernberger- und Lammingtale usw. Die meridionale Richtung der Görtschitzlinie sehen wir nicht nur im Görtschitztale selbst, sondern auch im Olsa- und Metnitztale, endlich auch im oberen Pölstale. Wie die Furche der Mur—Mürz mit der Richtung der nach NO streichenden Linien übereinstimmt, wurde schon betont. In der Richtung des Murtales von St Michael i. L. abwärts (abgesehen von der kurzen meridionalen Richtung südlich von Tamsweg) bis Scheifling und in den nördlichen Parallelfurchen spiegeln sich der Südrand der Niederen Tauern und vielleicht dazu parallele tektonische Linien wieder.

Auch für andere auffällige Talrichtungen wurden schon solche Beziehungen gezeigt. Stiny (a. o. O.) hält es für wahrscheinlich,

daß das Ennstal oberhalb Admont mit tektonischen Erscheinungen zusammenhängt und auch das Salzachtal scheint in Beziehungen zur Tektonik des Nordrandes der Hohen Tauern zu stehen (vgl. Löwl [27]). Beispiele dieser Art ließen sich noch leicht vermehren und es wäre sicher eine dankbare Aufgabe, diesen Zusammenhängen nachzugehen.

Es ist also sicher, daß Zusammenhänge zwischen tektonischen Erscheinungen und Talrichtungen bestehen, nur fragt es sich, worin das Wesen eines solchen Zusammenhanges besteht. Wir sehen vielfach in solchen Tälern Tertiär in der Tiefe; zum Teil sind grabenförmige Einsenkungen nachgewiesen oder nur vermutet. In manchen solchen Talzügen sehen wir geradezu eine Häufung von parallelen tektonischen Linien, was zur Vorstellung einer direkten tektonischen Entstehung der Talzüge führen könnte. Doch so einfach liegen die Verhältnisse gewiß nicht.

Ein wesentlicher Fortschritt in der Beurteilung dieser Verhältnisse scheint aber angebahnt durch den Nachweis von Zerrüttungslinien (dieser Ausdruck stammt aus der technischen Geologie; vgl. auch den Ausdruck Quetschzonen). Schmidt (a. o. O.) hat für die südliche Umgebung von Leoben die schon genannte Trasattellinie und die Pöllerlinie und für das Rennfeldgebiet die Eyweglinie nachgewiesen und Stiny (a. o. O.) hat uns für das Gebiet der Pretulalpe mit der Waldheimatlinie und noch mit anderen zum Mürztale parallelen Linien bekanntgemacht. Beide Forscher zeigen, daß an diesen Linien eine weitgehende durch tektonische Vorgänge bedingte Zerrüttung im Gesteinsgefüge eingetreten ist. Alle diese Linien machen sich aber auch auffällig in der Oberflächengestaltung geltend, zum Teil in der Art, daß damit heutige Talstrecken übereinstimmen, zum Teil so, daß ihnen Einsenkungen oft senkrecht zum Kammverlauf folgen, wobei es zunächst unentschieden bleiben möge, ob es sich um alte Talstrecken oder nur um Einsenkungen infolge rascherer Zerstörung handelt. Wie mir Herr Dr. Stiny persönlich mitzuteilen die Liebenswürdigkeit hatte, sind solche Zerrüttungslinien im Gebirge viel häufiger, als bisher bekannt geworden.

Der Einfluß solcher Zerrüttungslinien auf die Talbildung ist naheliegend; sie müssen bei Übereinstimmung in der Richtung die Erosion in Abdachungstälern beträchtlich fördern, wie sie auch Anlaß zur Entwicklung nachfolgender (subsequenter) Talstrecken sein können. Da nun an den meisten tektonischen Linien eine solche Gesteinszerrüttung eingetreten sein dürfte, liegt es nahe, die Ursache des Zusammenfallens von Talrichtungen mit der Richtung der tektonischen Linien in der Zerrüttung des Gesteins zu sehen; die Erosion schritt in der Richtung solcher Linien rascher fort und es entstanden auffällige Talstrecken gerader Richtung mitten zwischen gekrümmten Strecken. Wo eine Kreuzung solcher Linien herrscht, wie gerade im südlichen Teile der Gurktaler Alpen, spiegelt sich dies auch im Talnetz wieder. Die Wasserscheiden wurden an

Zerrüttungslinien rascher erniedrigt und dann durch das Überfließen der Eisströme weiter abgetragen, so daß man heute kaum in der Lage ist, zu entscheiden, welche Talrichtung die ältere ist und welche Veränderungen sich im Laufe der Entwicklung abgespielt haben.

Zerrüttungslinien, in anderen Fällen vielleicht auch junge, grabenförmige Absenkungen, Einklemmung von später ausgeräumten Tertiärschichten gestalten das Bild zu einem überaus verwickelten und bieten der Forschung sehr schwierige Aufgaben.

Wir haben in den Gurktaler Alpen über hohen Talbodenresten in hoher Lage alte Ebenheiten gefunden, die meist nur mehr von geringen Erhebungen überragt wurden. Zu einer ähnlichen Auffassung scheint für die Gurktaler Alpen und weiter drauaufwärts für andere Gebirgsteile auch Slanar gelangt zu sein (a. o. O.). Er spricht davon, daß man in den Gruppen der Seetaler Alpen, der Saualpe und Koralpe die Reste einer schief gestellten Einebnungsfläche, die nur von ganz flachen Kuppen überragt wird, erkennen könne (vgl. damit auch Winkler [18]). Ob man so allgemein bei diesen Gebieten von Einebnungsflächen und deren Schiefstellung sprechen darf, möchte ich bezweifeln; sicher ist aber, daß überall ein altes, flaches Relief vorliegt. Ein solches beherrscht auch nach Götzinger (28) die Plateaus der Nördlichen Kalkalpen. Ich habe in der Umrandung der Grazer Bucht alte, hochgelegene, von mir und Winkler für pliozän gehaltene Tallandschaften nachgewiesen. Es scheint nun, daß im Gebiete südlich der Pretulalpe und des Wechselstockes noch höhere Spuren eines flachen Reliefs auftreten; vielleicht können wir auch in den flachen Formen der sogenannten Buckligen Welt, östlich des Wechselstocks, die Reste einer solchen Landoberfläche erkennen (vgl. hier auch die Arbeiten von Winkler [22] und von Sölch [28]).

Wir sehen also weithin über die Ostalpen nach Westen bis ins Brennergebiet (vgl. Klebelsberg a. o. O.) die Spuren eines alten Reliefs verbreitet. Inwieweit es sich um einander entsprechende Formen handelt, und welches geologische Alter ihnen zukommt, dies zu entscheiden sind unsere Kenntnisse noch zu lückenhaft (vgl. noch Winkler [29] und Machatschek [30]). Was den Charakter dieses alten Reliefs betrifft, können wir wohl mit Sicherheit sagen, daß es sich nicht um eine Rumpffläche handelt. Wir sehen überall deutliche Kämme aus den Ebenheiten aufragen. In manchen Fällen könnte es allerdings zweifelhaft erscheinen, ob die Kämme schon dem alten Relief angehören oder ob sie nicht später gehobene oder aufgewölbte Teile davon darstellen.

Im Bereiche der Gurktaler Alpen haben wir erkannt, daß gegen das Klagenfurter Becken Teile abgesunken sind und im

Norden zwischen diesem Gebirge und den Niederen Tauern ergibt sich eine Zone mannigfacher Absenkungen gegenüber dem Gebirge im N und S und auch von W nach O. In dieser Zone liegt Tertiär sicher gestört; wahrscheinlich ist auch hier wie in der Mur-Mürzfurche und im Lavanttale mit jungen Brüchen zu rechnen. Es erscheint uns so diese Zone als ein Streifen größerer Beweglichkeit gegenüber dem Gebirge im N und S davon. Ähnliche Zonen dürften sich auch sonst noch im Bereiche der Alpen nachweisen lassen. Wenn wir so auffällige Züge im Antlitz der Alpen als tektonisch begründet betrachten, so ergeben sich doch bedeutende Schwierigkeiten, sobald wir die Einzelheiten der Talbildung mit den tektonischen Vorgängen in Beziehung bringen wollen. Es besteht dabei immer die Gefahr direkte Beziehungen dort festzustellen, wo ein Zusammenhang nur durch Vermittlung einer Reihe weiterer Vorgänge und Erscheinungen besteht. Vor allem ist darauf zu verweisen, daß die tektonischen Veränderungen nach der Ablagerung des inneralpinen Miozäns den Zusammenhang der Entwicklung des heutigen Reliefs mit den älteren tektonischen Vorgängen unterbrochen haben. Vielleicht wird es möglich sein, durch eine Formenanalyse der einzelnen Gebirgsstöcke über diese Schwierigkeiten leichter hinwegzukommen, als wenn die Untersuchung direkt an die Längstalzüge anknüpft. Penck (31) hat uns übrigens einen Weg gewiesen, wie die einzelnen Gebirgsschollen miteinander verglichen werden können. Vielleicht ergibt sich daraus, inwieweit wir für die jüngere Tektonik die Bildung von Großfalten annehmen dürfen, und ob sich in deren Rahmen die übrigen jüngeren Störungen einordnen lassen.

Zum Schlusse möchte ich noch auf die Tatsache hinweisen, daß wir aus den hochgelegenen Talterrassen auf eine oft überaus große Breite der Talböden schließen müssen, was schon oft hervorgehoben wurde. Alle bisher herangezogenen Gründe dürften aber nicht ausreichen, diese Erscheinungen hinreichend zu erklären. Es sei mir gestattet, die Frage aufzuwerfen, ob es richtig ist, beim Studium der Entwicklungsgeschichte der Alpenoberfläche auch für die älteren Phasen die gleiche Abtragungsart anzunehmen wie für die geologische Gegenwart, oder ob wir nicht dabei an die Wirkung anderer, einem abweichenden Klimatypus entsprechenden Faktoren denken müssen.

Literaturverzeichnis.

1. Geyer G., Verh. der geol. R.-A. 1892, 1893.
2. Böhm A., Einteilung d. Ostalpen. Geogr. Abh., I/2, Wien, 1857.
3. Penck-Bruckner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1909.
4. Krebs N., Länderkunde d. österr. Alpen. Stuttgart, 1913.
5. Heritsch Fr., Geologie von Steiermark. Graz, 1921.
6. Diener C., Bau und Bild der Ostalpen u. d. Karstgebietes. Wien-Leipzig, 1903.
7. Canaval, Corinthia. 1887, 1901, 1904.
8. Richter E., Pal. Mitt. Ergh. Nr. 132.
9. Sölch J., Biblioth. Geogr. Handbücher. N. F. Penck, Festband, 1918.
10. Klebelsberg v., Z. D. u. Ö. A. V. 51. Bd., 1920.
11. Aigner A., Z. f. Gletscherkunde.
12. Distel L., Die Formen alpiner Hochtäler, insbesondere im Hohen Tauerngebiet. Mitt. Geogr. Ges. München. Bd. VII, 1912.
13. Ampferer O., Z. D. u. Ö. A. V. 46. Bd., 1915.
14. Creutzburg N., Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet. Ostalpine Formenstudien. Abt. 2, H. 1, 1921.
15. Österreich K., Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. 49, 1899.
16. Slanar H., Mitt. Geogr. Ges. Wien, 1916.
17. Aigner A., Jahrb. d. geol. R.-A. Jahrg. 1916.
18. Winkler A., Jahrb. d. geol. R.-A. 71. Bd., 1921 und Akadem. Anzeiger, Wien, 1921.
19. Petraschek W., Jahrb. d. geol. R.-A. 70. Bd., 1920.
20. Höfer H., Sitz.-Ber. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Bd. CIII, Wien, 1894 und Jahrb. geol. R.-A. 1891, Bd. 42.
21. Heritsch Fr., Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark. Jahrg. 1905.
22. Winkler A., Jahrb. d. geol. R.-A. 71. Bd., Wien, 1921.
23. Stiny J., Centralbl. f. Miner., Geol. u. Pal. 1922.
24. Schmidt W., Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 129. Bd., 1920.
25. Gaulhofer K. u. Stiny, Mitt. Geolog. Ges. Wien. IV, 1912.
26. Vetters H., Verh. geol. R.-A. 1911, H. 7.
27. Löwl F., Jahrb. d. geol. R.-A. 1895.
28. Sölch Joh., Forschg. zu d. Landes- u. Völkerkde. 21. Bd., 1917 u. Verhdlg. d. 18. D. Geogr. Tages. Innsbruck, 1912.
29. Winkler A., Mitt. Geol. Ges. Wien, VII, 1914.
30. Machatschek Fr., Z. Ges. f. Erdkde. Berlin, 1916.
31. Penck A., Sitz.-Ber. Preuß. Akad. d. Wiss. 1919, XVII.

Einige seit Fertigstellung der Arbeit (März 1922) erschienene Veröffentlichungen konnten nicht mehr berücksichtigt werden.





Textkürzung.

Infolge der fortdauernden außerordentlichen Preissteigerungen des Druckes ist die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse außerstande, die Abhandlungen im alten Friedensumfange abzudrucken; insbesondere sollen die Sitzungsberichte von den aufgenommenen Arbeiten nur das zum Verständnisse unumgänglich Notwendige bringen. Sehr oft sind manche Einzelheiten der Versuchsanordnungen, Beobachtungsprotokolle, Zahlentabellen, Kurven, Zwischenrechnungen u. a. m. nur für den auf dem betreffenden Gebiete arbeitenden Fachmann von Wichtigkeit, während sie für den Fachmann verwandter Gebiete von minderem Belange sind.

Die Autoren werden demnach gebeten, derartige Einzelheiten als »Ergänzungen« ihren Arbeiten beizugeben, und zwar womöglich in Maschinenschrift und in zwei Exemplaren. Diese »Ergänzungen« sollen nicht veröffentlicht, sondern in der Kanzlei der Akademie aufbewahrt und eines davon über Wunsch an Interessenten für einen Monat entliehen werden. Über die Beigabe solcher »Ergänzungen« wird am Ende der Arbeit ein entsprechender Vermerk stehen.

Ferner werden die Herren Autoren ersucht, behufs Verringerung der Druckkosten und Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit jene Teile ihrer Arbeiten in Kleindruck zu bringen, welche ihrem Inhalte nach als Ergänzungen oder Erläuterungen des in gewöhnlichem Drucke erscheinenden Textes aufzufassen sind.

Die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung IIa. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung IIb. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Grundpreis beigesetzt ist, kommen Separatabdrucke in den Buchhandel und können durch Alfred Hölder, Auslieferungsstelle der Akademie der Wissenschaften (Wien, I., Rotenturmstraße 25, Halbstock), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben.

Die Preise werden nach dem jeweiligen Stande der Valuta nach Maßgabe der Verhältnisse berechnet.

Die **mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse** hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrucken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrucke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.

Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

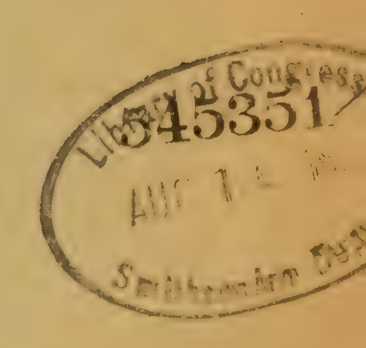
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

131. Band, 9. und 10. Heft

(Mit 5 Tafeln und 4 Textfiguren)



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien 1923

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Inhalt

des 9. und 10. Heftes des 131. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Seite

Verkaufspreise.

Preis für das Inland und Preis für Deutschland: Grundzahl (Gz) × den betreffenden Buchhändlerschlüsselzahlen. — Auslandpreis: Grundzahl (Gz) = Schweizer Franken.

Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Das Unterbleiben der Keimung in den Behältern der Mutterpflanze

Von

Heinz Oppenheimer

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien
Nr. 184 der zweiten Folge

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Juni 1922)

Einleitung.

In den »Pflanzenphysiologischen Mitteilungen aus Buitenzorg«, die J. Wiesner im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts veröffentlichte, findet sich eine Schrift, die er »Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*« nennt. Hier beschäftigt er sich u. a. mit den Ursachen des langen Keimverzugs von *Viscum album* und schließt aus der Beobachtung, daß schleimfreie Samen dieser Spezies besser keimen als mit Schleimhülle versehene, auf das Vorhandensein einer in dem Schleim auftretenden Substanz, die »eine Hemmung der Keimung« bewirke.

Über die »biologische Verwertung« seiner Beobachtung äußert sich Wiesner folgendermaßen: »Eine solche die Keimung hemmende Substanz erscheint gerade für Samen, welche, ohne von einer harten Schale oder von einer für Wasser undurchgängigen Hülle umkleidet zu sein, in einem wasserreichen Fruchtfleisch liegen, notwendig. Denn solche Samen sind, wie wir gesehen haben, zur Zeit der Reife so wasserreich, daß ihrer Keimung nichts im Wege steht. Denn ist der Samen keimfähig, besitzt er die nötigen Wassermengen, so benötigt er nur die Keimungstemperatur und Sauerstoff, um keimen zu können. Speziell die Mistelsamen bedürfen außerdem noch des Lichtes.« Daß unter diesen Umständen die Keimung nicht bereits zur Herbstzeit eintritt, erklärt sich

Wiesner durch Annahme eines Hemmungsstoffes, einer Substanz, welche den Keimungsprozeß aufhält.

Die hier von Wiesner aufgestellte Hypothese wurde von Heinricher nachhaltig bekämpft und tatsächlich darf es nach den Untersuchungen dieses ausgezeichneten Kenners unserer phanerogamen Parasiten als bewiesen gelten, daß von einer »durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode« bei dem Samen von *Viscum album* nicht mehr die Rede sein kann. Die Erscheinung, die Wiesner zur Aufstellung seiner Hypothese von der Hemmungssubstanz führte, muß auf andere Weise erklärt werden.[1]

Fragestellung.

So hat sich denn der Gedanke Wiesners für die Mistel als irrig erwiesen und die Forschung beschäftigte sich nicht mehr mit ihm. Erst Molisch stellte das Problem von neuem. Nach ihm ist es eine »höchst auffallende Erscheinung«, daß die meisten Samen in den Früchten nicht zur Keimung gelangen, während sie auf Erde oder auf feuchtem Filtrierpapier leicht zur Keimung zu bringen sind. Was verhindert besonders in fleischigen Früchten die Keimung der Samen? Ist es der Sauerstoffmangel? Befinden sich die Samen infolge osmotischer Verhältnisse in einem physiologisch trockenen Medium? Oder »hemmen die Stoffe des Fruchtfleisches die Keimung«?

Molisch erkannte weiter, daß das gleiche Problem des Unterbleibens der Keimung von Fortpflanzungskörpern in den Behältern der Mutterpflanze auch für trockene Früchte und die Sporangien der Kryptogamen besteht. Besonders aber hatte ihm seit längerer Zeit die Beobachtung zu denken gegeben, daß die Brutknospen der *Marchantia polymorpha* lange Zeit fertig ausgebildet in den Bechern liegen können, ohne auszukeimen, während die Keimung in wenigen Tagen einsetzt, sowie man die Brutkörper den Bechern entnimmt und auf Erde oder feuchtem Filtrierpapier sich selbst überläßt. Sind doch hier zweifellos alle äußeren Bedingungen zur Keimung gegeben. Bei diesem Objekt schien die Annahme von Hemmungsstoffen geradezu zwingend.

Molisch stellte mir nun die Aufgabe, die Verbreitung und die Ursachen der eben erwähnten Erscheinungen aufzuklären. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen und ihre kritische Betrachtung bilden den Inhalt der vorliegenden Arbeit.

Sie ist weit davon entfernt, eine erschöpfende Darstellung und eine vollständige Lösung des Problems zu bringen, die erst nach jahrelanger Arbeit unter Mitwirkung von Chemikern sich wird

---

[1] Heinricher E.: Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.). Sitzungsber. Ak. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturw. Kl., I. 125. Wien, 1916.

gewinnen lassen. Hier handelt es sich um eine allgemeine Umgrenzung der Frage, in deren Rahmen sich die folgenden Versuche einordnen, ferner eine Zusammenstellung der wichtigsten Schriften jener Forscher, die auf benachbarten Gebieten gearbeitet haben und deren Kenntnis für die Lösung des Problems wesentlich erscheint und endlich um einige Versuche, die nach Feststellung einer einfachen, aber brauchbaren Methodik zu immer zuverlässigeren Ergebnissen führten. Es ist mir ein dringendes Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Hans Molisch, meinem hochverehrten Lehrer, und ebenso Herrn Dr. G. Klein, Privatdozenten am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien, für ihre ständige Förderung und Führung an dieser Stelle meinen ergebensten und herzlichsten Dank auszusprechen.

Die Literatur über Keimung von Fortpflanzungskörpern am Orte ihrer Entstehung.

Die Angaben, die sich in der Literatur über die hier zu behandelnden Hemmungserscheinungen finden, sind außerordentlich spärlich. Außer der bereits erwähnten Arbeit Wiesners über *Viscum album* sind fast ausschließlich Leguminosen untersucht worden, deren Samen »in der Fruchthülle vertrieben zu werden pflegen«. Die Landwirtschaft hatte begreiflicherweise ein Interesse daran, zu erfahren, ob es vorteilhaft sei, solche Samen von den Hülsen zu befreien, bevor man zur Aussaat schreitet. Unter diesem Gesichtspunkte untersuchte bereits im Jahre 1877 v. Jasienski[1] unter Nobbe den Einfluß der Hülsen von *Onobrychis sativa* auf die von ihnen umschlossenen Samen und fand eine Verzögerung der Keimung. Mit dem gleichen Objekt arbeitete in jüngster Zeit Riviera[2] und kam zu dem gleichen Ergebnis. Von Gola[3] wurde für eine größere Anzahl Leguminosen festgestellt, daß ihre Samen in den Früchten keimen. Ich komme auf diese Arbeiten bei Besprechung eigener Versuche mit Leguminosen zurück.

Fehlt schon bei der zuletzt erwähnten Arbeit Golas der Vergleich mit gleichzeitig frei ausgesäten Samen, so beschränken sich die nun folgenden Angaben ausschließlich auf die Feststellung, daß Keimung in Früchten beobachtet oder aber experimentell hervorgerufen wurde. (Daß sich die älteren Autoren über das Ungewöhnliche ihrer Beobachtungen klar waren, geht nur aus der Tatsache hervor, daß sie diese einer Veröffentlichung für wert erachteten. Warum aber im normalen Ablauf die Keimung unterbleibt,

---

[1] Nobbe und Haenlein, Über die Resistenz von Samen gegen die äußeren Faktoren der Keimung. Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. XX (1877).

[2] Riviera, Sopra le condizioni di sviluppo di alcuni semi e la funzione del guscio. Rivista di biologia, Bd. 4, H. 1, p. 14 bis 22 (1922).

[3] Gola, G., Ricerche sulla biologia e sulla fisiologia dei semi a tegumento impermeabile, Ac. R. d. scienze d. Torino. Turin 1905.

wird nirgends einer Prüfung unterzogen.) So beobachtete Schuch[1] Samen der Steineiche, die im Becher sitzend, Wurzeln gebildet hatten und gibt an, daß Nördlinger[2] derartige Keimungen schon auf dem Baume festgestellt habe. Treichel[3] berichtet über das Auswachsen des Getreides (*Triticum sativum* und *Secale cereale*) auf dem Halm und Ascherson[4] über einen Fall von Keimung im Innern eines Apfels. Savelli[5] fand junge Pflänzchen in den Kapseln einiger Varietäten von *Nicotiana rustica* und erwähnt hierbei, daß er Keimlinge von *Citrus Limonum* in den Früchten der eigenen Art häufig beobachtet habe. Ebenfalls fand er bei *Zea Mays* Keimpflanzen von 3 *cm* Länge am Kolben der Mutterpflanze. In der Arbeit Savellis findet sich auch ein weiterer Hinweis auf eine Arbeit von Mac Keller[6] und eine Zusammenstellung über Fruchtkeimungen bei Costerus[7]. In diese Arbeiten habe ich keine Einsicht nehmen können.

Molisch[8] beschreibt die Keimung von *Ardisia crenulata* in der Frucht, nach mündlicher Mitteilung haben Schnarf Fruchtkeimung bei einer terrestrischen Form von *Callitriche verna*, Klein bei *Cucumis sativa*, Viereck bei *Pisum sativum*, Boerner sogar bei einer unreif geernteten Frucht von *Solanum Lycopersicum* beobachtet. Bei *Theobroma Cacao* ist Fruchtkeimung häufig. Modry[9] erreichte die Auskeimung der Samen von *Phaseolus multiflorus* aus den grünreifen Früchten durch Äther und durch Einspritzung von Wasser oder gezuckerter Milch.

Alle diese Beobachtungen, so wesentlich ihre Kenntnis an sich erscheinen mag, sind nicht geeignet, uns der Lösung unseres Problems näher zu führen. Einblick ließ sich nur durch neue Experimente gewinnen.

Eigene Untersuchungen.

Bevor ich nun an die Darstellung meiner Versuche herangehe, möchte ich zunächst noch einige allgemeine Betrachtungen voraus-

---

[1] Schuch, J., Keimen die Eicheln, solange sie sich auf dem Baum befinden? Termisset, Budapest 1876, Nr. 24, p. 336. Ungarisch. Zitiert nach Just.

[2] Nördlinger, Deutsche Forstbotanik, I, p. 261.

[3] Treichel, Über vorzeitige Keimung. Verhandlungen d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XXII, Berlin 1880, p. XI bis XIII.

[4] Ascherson, P., Keimung im Innern eines Apfels. Verhandlung. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, Bd. XVII, Berlin 1875, p. 79 bis 80.

[5] Savelli, R., Anomalie delle plantule e anomalie di germinazione in Nicotiana. Nuovo Giornale Bot. Italiano, XXVII, Nr. 2 bis 4, 1920.

[6] Mac Keller, Melon with seeds germinating. Gard. Chronicle London 1898, p. 128.

[7] Costerus, Kieming van Zaaden binnen de vrucht. Gent. Bot. Jaarboek Dodonaea, Bd. 10, 1898, p. 135 bis 141.

[8] Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 3. Aufl. 1920, p. 287 (Abbildung).

[9] Modry, A., Das Keimen von *Phaseolus*-Samen in der Frucht. Österr. bot. Zeitschr., Bd. LXIII, 1913, p. 451 bis 453 (Abbildung).

schicken, die sich auf die Auswahl der Objekte und die von mir angewandte Methodik beziehen. Grundsätzlich ist festzustellen, daß fast alle Pflanzen, abgesehen von jenen, die sich nur durch Teilung oder Sprossung vermehren, in den Behältern ihrer Fortpflanzungskörper Hemmungserscheinungen zeigen könnten und daher in den Kreis der Untersuchung einzubeziehen wären. Praktisch liegen die Dinge aber für eine Untersuchung, die noch nicht den Anspruch erhebt, erschöpfend zu sein, wesentlich anders.

Zunächst sind alle jene Objekte auszuschließen, die Fortpflanzungskörper im Zustande voller Lebenstätigkeit entlassen. Wenn es auch nicht eben ausgeschlossen erscheint, daß etwa die Schwärmsporangien einer *Saprolegnia* Einrichtungen besitzen, die ein vorzeitiges Zur-Ruhe-Kommen und Keimen der Sporen im Sporangium ausschließen, so ist dies doch in höchstem Grade unwahrscheinlich und der Untersuchung unzugänglich. Auch spricht die Beobachtung Sauvageaus,[1] der die Schwärmsporen einer *Saccorrhiza* innerhalb des Sporangiums schwärmen sah, dagegen. Im gleichen Sinne dürfen wir bei höheren Pflanzen, die sich durch Viviparie auszeichnen, keine Hemmungserscheinungen erwarten.

Ferner sind aus praktischen Gründen alle jene Pflanzen auszuschließen, deren Samen eine längere, durch innere Ursachen bedingte, Ruheperiode durchmachen, da hier die Fruchtsubstanz meist bereits durch Fäulnis verändert ist, wenn die Keimung einsetzt, und keine sicheren Ergebnisse gewonnen werden. Auch die große Zahl jener Samen, die sich durch sklerenchymatische Schichten in der Testa oder andere Einrichtungen gegen den Eintritt von Quellungswasser schützen, wie solche vieler Leguminosen, Cistaceen und Malvaceen, erscheinen für unsere Versuche wenig geeignet, da sie nur durch Operationen zur Keimung zu veranlassen sind, die ernsthafte Veränderungen der natürlichen Bedingungen darstellen. Ebenfalls wurden Früchte mit sklerenchymatischem Endokarp nicht untersucht.

Auch schien es mir ein müßiges Beginnen, bei Schließfrüchten, die mit ihren Samen zusammen oft eine physiologische Einheit darstellen, nach Hemmungswirkungen der Fruchtwand zu forschen. Hier sind dagegen die physiologischen Beziehungen zwischen Frucht und Fruchtboden der Bearbeitung wert, wie ich sie für *Potentilla argentea* und *Tagetes erecta* durchgeführt habe. Über die Keimung von Schließfrüchten besitzen wir übrigens eine gründliche anatomische Bearbeitung von Joxe.[2]

Endlich habe ich auch solche Samen von der Prüfung ausgeschlossen, die in ihrer Keimung vom Lichte stark beeinflußt werden. Konnte doch eine verschiedenartige Beeinflussung durch

---

[1] Zitiert nach J. Lloyd Williams, The Gametophytes and Fertilization in *Laminaria* and *Chorda*. Annals of Botany. Oct. 1921.

[2] Joxe A., Sur l'Ouverture des fruits indéhiscents, à la germination Ann. d. sc. nat. 9. sér. Bot. XV, p. 297 bis 375.

das Licht bei vergleichender Aussaat auf mehreren Substraten zu schweren Irrtümern Veranlassung geben, denen ich glaubte, besser aus dem Wege gehen zu sollen.

Nach diesen Bemerkungen leuchtet ohne weiteres ein, welche Eigenschaften Samen, Sporen usw. besitzen müssen, um für Versuche über Keimungshemmungen in den natürlichen Behältern geeignet zu sein: sie müssen im physiologischen Zustand des latenten Lebens sich befinden, unmittelbar nach der Reife keimfähig sein, schnell keimen und sich gegen das Licht unempfindlich zeigen.

Methodik.

Bei derartigen Objekten prüfte ich den Einfluß der Fruchtsubstanz auf die Samen, der Sporangienwandung auf die Sporen usw. durch vergleichende Aussaat auf einem einflußlosen Keimboden. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß selbst geschlemmter und sterilisierter Sand als solcher nicht anzusehen ist, habe ich nur noch mit Filtrierpapier gearbeitet, das mit destilliertem Wasser stets bis zur Sättigung feucht gehalten wurde. Mit diesem wurde der Boden von Petrischalen ausgekleidet. Nun gab ich in die eine Schale etwas von der zu untersuchenden Frucht oder dem Sporangium, beziehungsweise einen Auszug davon hinein und säte in diese und eine andere Schale, die nur destilliertes Wasser enthielt, gleiche Mengen von Samen, beziehungsweise die Sporen aus. Ließ sich nach einigen Tagen eine Hemmung in der Schale feststellen, die die Frucht- oder Sporangiensubstanz enthielt, so konnte bei der Wiederholung des Versuches der Fruchtextrakt (die zerriebenen Placenten usw.) in verschiedener Konzentration angewendet werden. Durch diese Anordnung gelang es dann zuweilen, fortschreitende Reihen immer besserer Keimungsergebnisse von Schale zu Schale zu erzielen, die durch die sinkende Konzentration des Auszugs der beigegebenen Fruchtmasse hervorgerufen werden. War dies gelungen, so war das Vorhandensein einer keimungshemmenden Substanz in der Frucht (Sporangium usw.) so wahrscheinlich geworden, daß nun an die Prüfung der Hitzebeständigkeit, Lokalisierung in bestimmten Teilen der Frucht, Ausfällung von Extrakten mit Alkohol und Äther zur Prüfung auf Fermente usw. gegangen werden konnte. Hier begann demnach die Arbeit des Chemikers, deren Durchführung von mir nicht mehr angestrebt wurde.

Ganz besondere Aufmerksamkeit war der Desinfektion zuzuwenden. Die Schimmelpilze und Bakterien werden in der Regel reichlicher in den Schalen auftreten, wo ihnen in der Fruchtsubstanz eine reichliche und leicht angreifbare Nahrung geboten wird. Daher ist im allgemeinen nicht mit dicken Fruchtstücken experimentiert worden. Es genügten zum Nachweis der Hemmungserscheinungen, wo solche überhaupt sich zeigten, schon geringe Substanzmengen, deren Desinfektion mit Toluol im allgemeinen leicht gelang. Ich habe mich überzeugen können, daß Toluol von den meisten Samen

ohne jede Beeinträchtigung der Keimkraft ertragen wird, während, wie bekannt, Formaldehyd und Sublimat die Samen schädigen und, in sehr geringen Konzentrationen angewendet, das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung hervorrufen, indem sie das Wachstum der Fäulnisbewohner befördern helfen. Man kann Toluol getrost in konzentriertem Zustand in Gestalt von 1 bis 2 Tropfen in die Schalen geben. Schädigungen der Keimkraft sind mir hierbei in keinem Falle begegnet.

Einer ganz sterilen Aufzucht der Samen in der sterilisierten Fruchtsubstanz stellen sich die ernstesten Schwierigkeiten entgegen, da hohe Temperaturen nicht anwendbar sind. Ich habe daher auf solche Versuche verzichtet. — Erwähnt sei noch, daß für die Behandlung kleiner Objekte die angegebene Methodik nicht anwendbar ist. Ich experimentierte hier mit Erfolg auf Objektträgern in einer feuchten Kammer. Die folgenden Versuche fanden im Gewächshaus des Instituts am Lichte oder aber in einem Wärmeschrank im Dunkeln statt. Die Temperatur schwankte im Gewächshaus um 20° C., während die Temperatur des Wärmeschranks auf 22 bis 30° C. eingestellt wurde. Auf Einzelheiten kann erst im speziellen Teil eingegangen werden.

Versuche.

A. Lebermoose.

Meine ersten Versuche führte ich mit Lebermoosen durch. Zunächst legte ich in 3 Petrischalen Thallusstücke von *Marchantia polymorpha* auf Filtrierpapier aus. Diese trugen reichlich Brutbecher. Ein Teil der Brutkörper wurde den Bechern entnommen und in die gleichen Schalen neben die Thallusstücke ausgesät. Das Filtrierpapier wurde getränkt in Schale

A. mit Aqua dest.;

B. mit Nährlösung (KCl 1%, $MgSO_4$ 1%, KNO_3 1%, KH_2PO_4 1%, Aqua dest. 96%, 2 Tropfen $FeSO_4$);

C. mit Hochquellwasser der Wiener Wasserleitung.

Beginn 20. X. 1921.

Aufstellung am Lichte im Gewächshaus.

Das Ergebnis des Versuches war folgendes: Nach vier Tagen bereits begann die Keimung der auf Filtrierpapier frei ausgesäten Brutkörper in allen drei Schalen, während die im Brutbecher verbliebenen keine Veränderung zeigten. Die ausgekeimten Brutkörper waren nach 4 Wochen, am 17. XI., bereits zu ansehnlichen jungen Pflänzchen ausgewachsen (die auf die Nährlösung natürlich am besten gediehen), während ihre Altersgenossen in den Brutbechern noch immer in Ruhe verharrten. Bei mikroskopischen Stichproben ergab sich allerdings an diesem Tage der erste positive Befund in einem Brutbecher des mit Nährlösung ernährten Thallusstückes: einzelne Brutkörper zeigten nun auch im Becher der Mutterpflanze eine geringe Streckung im Sinne der durch die beiden Vegetationspunkte bestimmten Achse.

Nach weiteren 8 Tagen, am 25. XI., ließen sich solche Keimlinge auch in einzelnen Bechern der Schalen *A* und *C* nachweisen, während bei Abbruch des Versuches am 1. XII. doch noch immer diese Becherkeimlinge Ausnahmen geblieben waren und die Mehrzahl der Brutkörper auch weiterhin nicht gekeimt hatte.

Gleichzeitig mit diesem Versuch unternahm ich einen zweiten, in dem das Filtrierpapier zweier Petrischalen mit Quellwasser getränkt wurde. Die Brutbecher der einen Schale wurden mit Nährlösung, die der zweiten mit Aqua dest. beträufelt, und zwar am 20., 24. und 29. XI. In diesem Versuch hoffte ich durch die Nährlösung eine baldige Auskeimung der Brutkörper auch in den Bechern zu erzielen. Die Nährlösung sollte also dem hypothetischen Hemmungsstoff entgegenwirken.

Das Ergebnis entsprach jedoch dieser Anschauung nur unvollkommen. Auch hier keimten bereits nach 4 Tagen die ersten ausgefallenen Brutkörper außerhalb der Thallusstücke auf dem Papier, jedoch verharrten die in den beträufelten Bechern verbliebenen Altersgenossen auch hier 3 Wochen lang in voller Ruhe. Erst am 14. XI. (drei Tage früher als in dem anderen Versuch) konnte ich in den beträufelten Bechern die ersten Keimlinge feststellen.

Mein Versuchsprotokoll verzeichnet am 14. XI.: In einem der mit Nährlösung beträufelten Becher Auskeimung, hier über 50%, Keimlinge, die teilweise schon vierfach breiter als lang sind. Dieser Becher erscheint noch grün. In den anderen Bechern fast keine Entwicklung. In den mit Aqua dest. beträufelten Bechern der anderen Schale k e i n e Keimungen.

In diesen mit Aqua dest. beträufelten Bechern stellte ich die ersten Keimlinge erst 11 Tage später fest, nämlich am 25. XI. Ich entnahm an diesem Tage eine Anzahl ungekeimter Brutkörper, die ich seit 5 Wochen als gehemmt beobachtet hatte, einem Becher, der keine Keimlinge aufwies, und säte sie auf Aqua dest. in einer anderen Schale aus. Nach 5 Tagen zeigte sich rege Keimung, von einer Schädigung durch »Überliegen« konnte keine Rede sein.

In einem weiteren Versuche versuchte ich festzustellen, ob der Aufenthalt im Brutbecher die einmal begonnene Keimung frei ausgesäter Brutkörper zum Stillstand zu bringen vermag. Zu diesem Zwecke wurden frischgekeimte Brutkörper, deren Breite sich zur Länge wie 2 : 1 oder höchstens 3 : 1 verhielt, in Brutbecher gelegt, aus denen die anderen Brutkörper zuvor entfernt worden waren. Nach 13 Tagen konnte ich feststellen, daß die angekeimten Brutkörper sich weiter entwickelt hatten. Daß sich die Weiterentwicklung nicht schneller zeigte, erklärt sich zwanglos aus den Verletzungen, die die Rhizoiden der jungen Keimlinge beim Loslösen von ihrem ersten Keimbett erfahren hatten.

Ich habe diesen Versuch am 11. XI. wiederholt, diesmal mit ganz besonderer Vorsicht. Jeder Brutkörper wurde zunächst mikroskopisch geprüft und vorsichtig nur je ein Brutkörper in die gesäuberten Becher mit den Rhizoiden nach unten eingelegt. Zum Unterschied gegenüber dem vorhergehenden Versuch wurden diesmal die Thallusstücke mit Nährlösung übergossen. Es ließ sich hier bereits nach 10 Tagen feststellen, daß die Weiterentwicklung der Brutkörper durch die Zurückbringung in die Becher der Mutterpflanze nicht mehr beeinträchtigt wird.

Das Ergebnis dieser vier Versuche mit den Brutkörpern der *Marchantia polymorpha* darf ich wohl dahin zusammenfassen, daß die Vermutung Molischs von dem Vorhandensein einer Hemmungssubstanz in den Brutbechern große Wahrscheinlichkeit gewinnt. Diese hypothetische Substanz ist imstande, die Entwicklung der keimfähigen Brutkörper wochenlang hintanzuhalten, gegenüber bereits gekeimten Brutkörpern erweist sie sich dagegen als wirkungslos. Nährlösung vermag ihre Wirkung zwar etwas abzuschwächen, aber nicht aufzuheben. Ich halte an dieser Erklärung fest, obgleich es mir bisher nicht gelungen ist, die Wirkung des Hemmungsstoffes auch auf Filtrierpapier zu erweisen, auf dem vor der Aussaat der Brutkörper einige Becher zerquetscht worden waren.

Versuche, die später mit *Marchantia paleacea* und *Lunularia cruciata* ausgeführt wurden, zeigten nach 9 Tagen eine Keimung außerhalb der Becher auf feuchtem Papier, nicht aber in den Bechern selbst. Nach 48 Tagen konnte ich in den Bechern der *Marchantia paleacea* noch immer keine Keimungen feststellen, während sich aus den Bechern der *Lunularia cruciata* ansehnliche junge Pflanzen entwickelt hatten. Es ist also für die Brutkörper dieser Arten ebenfalls das Vorhandensein von Hemmungssubstanzen wahrscheinlich. Bei *Lunularia cruciata* scheint ihre Wirksamkeit gering zu sein.

Auch an den Sporen der *Marchantia polymorpha* habe ich positive Ergebnisse erhalten. Ein Archegonienstand mit reifen Sporenkapseln wurde umgedreht auf einen Objektträger gebracht und, mit einem Tropfen Nährlösung versehen, in eine feuchte Kammer gestellt. Nach einer Woche stellte ich fest, daß die Sporen, die neben dem Hute lagen, Keimschläuche gebildet hatten, während andere, die den Resten der Kapselwandung auflagen, ungekeimt geblieben waren.

B. Laubmoose.

Funaria hygrometrica.

Besonders auffallend waren die Hemmungserscheinungen bei den Kapseln der *Funaria hygrometrica.* Sammelt man die Kapseln dieses Laubmooses, am besten im grünreifen Zustand vor dem Abwerfen des Deckels, und zerreißt sie auf einem feuchten Stück Filtrierpapier derartig, daß das Licht in gleicher Weise die dem Kapselinnern aufliegenden, wie die unmittelbar auf dem Papier befindlichen Sporen trifft, so wird man nach einigen Tagen einen auffallenden Unterschied in der Entwicklung beobachten. Wie ich mich mehrfach überzeugen konnte, bilden etwa nach einer Woche die freiliegenden Sporen bereits ansehnliche Vorfäden aus, die den Durchmesser der Spore an Länge um ein Vielfaches übertreffen, während man sich bei Betrachtung nicht allzu feucht gehaltener Sporangienstücke unter dem Mikroskop überzeugt, daß ihnen außer einigen Keimlingen, die eben erst auszutreiben beginnen, hunderte von Sporen aufliegen, die lebhaft grün und mit Stärke vollgestopft

sind, ohne noch einen Keimschlauch gebildet zu haben. — Bei diesen Versuchen legte ich das Filtrierpapier auf einem Objektträger aus. Dieser befand sich in einer Petrischale, die ihrerseits unter einer Glasglocke in einer feuchten Kammer stand. Auf diese Weise konnte einem Austrocknen des Filtrierpapiers und der mit Quellwasser durchtränkten Sporangienteile wirksam vorgebeugt werden. Das Ergebnis spricht deutlich für das Vorhandensein einer keimungshemmenden Substanz in der Sporenkapsel.

Mit

C. Pteridophyten und Gymnospermen

habe ich nicht experimentiert. Für die Gymnospermen liegt bisher die wichtige Angabe Haacks[1] vor, daß bei *Pinus silvestris* das Terpentin des Zapfens es sei, das keimungshemmend auf die Samen wirke.

D. Dikotylen.

1. Versuche mit fleischigen Früchten.

Nunmehr komme ich zur Schilderung jener Versuche, die ich mit fleischigen Früchten durchgeführt habe. Als das günstigste Objekt erwies sich hier *Solanum Lycopersicum*, jene Pflanze, der ich die bemerkenswertesten meiner Ergebnisse verdanke. Ich habe darüber bereits andernorts kurz berichtet[2] und habe den Gegenstand hier einer ausführlicheren Darstellung zu unterwerfen.

Die Samen in einer fleischigen Frucht erscheinen von vornherein gegen ein vorzeitiges Auskeimen am Orte ihrer Entstehung besser geschützt als die Brutkörper der *Marchantia*. Während nämlich diese dem Sauerstoff der Luft zugänglich sind, ist für jene die Sauerstoffzufuhr zum mindesten sehr beschränkt und gewiß für den Keimungsprozeß nicht ausreichend. Untersuchungen, die Bender[3] über das in den Äpfeln enthaltene Gas durchführte, haben gezeigt, daß sich in ihnen zwar Stickstoff und Kohlensäure, jedoch Sauerstoff nur in Spuren oder gar nicht nachweisen läßt. Dieser Tatsache habe ich dadurch Rechnung getragen, daß ich die Früchte in Scheiben oder Stücke zerlegte und, als ich sah, daß sich diese nicht ausreichend desinfizieren ließen, indem ich das Filtrierpapier der Petrischalen mit der durch ein Sieb gepreßten Fruchtmasse beziehungsweise dem filtrierten Fruchtsaft tränkte und dann die Samen auf das Papier aussäte.

---

[1] Haack, Die Prüfung des Kiefernsamens. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1912, p. 1 bis 64.

[2] Oppenheimer H., Keimungshemmende Substanzen in der Frucht von *Solanum Lycopersicum* und anderen Pflanzen. Diese Sitzungsber., Abt. I, 131. Bd. Wien 1922.

[3] Bender C., Das Gas der Äpfel. Ber. der Deutschen chem. Ges., 1875. p. 112 bis 114.

Es hatte sich nun in einer ganzen Reihe von Versuchen, auf deren Darstellung ich wegen Raummangels verzichten muß, erwiesen, daß die Samen von *Solanum Lycopersicum* in Fruchtstücken und -scheiben auch dann nicht keimen, wenn dem Sauerstoff der Luft Zutritt zu ihnen geschaffen wird. Erst wenn der Fruchtsaft von dem Substrat (ich wählte zuerst Gartenerde oder Sand) mehr oder minder vollständig absorbiert worden war und die Fruchtscheiben sich in papierdünne Häute verwandelt hatten, die eine unmittelbare Berührung der Samen mit der Erde gestatteten, dann erst traten die ersten Keimungen ein, in den größeren Stücken aber noch später, nämlich wenn die Fruchtsubstanz durch die Tätigkeit der Schimmelpilze verzehrt oder vollständig verändert war.

Die Stärke der Keimungshemmung ergibt sich auch mit aller Deutlichkeit aus dem folgenden

Versuch 1.

Solanum Lycopersicum, 28. XI. 1921. Frucht vom Markt, im Kalthaus 8 Tage gelagert; als sie verwendet wurde, war sie noch fest und offenbar ganz frisch. Auf abgezogenen Epidermisstücken mit wenig Fruchtfleisch (*A*) und ohne Fruchtfleisch (*B*) wurden die Samen ausgesät, die vorher 5 Tage lang gewässert worden waren. In *A* Aussaat nur auf der Innenseite, in *B* auch auf der Außenseite. Gewächshaus, am Licht, etwa 20° C.

Keimungsprozente.

d	*A*	*B*
7	3	88
8	3	100
9	6	—
14	23	—
17	50	—
18	56	—
19	79	—

Die Reihe *d* bezeichnet hier und im folgenden die Zahl der seit Versuchsbeginn verflossenen Tage.

Dieser Versuch, der außerordentlich sauber und schimmelfrei blieb, zeigt die Stärke der durch ganz geringe Mengen der Fruchtsubstanz hervorgerufenen Hemmungen.

Nachdem sich nun auf diese Weise hatte zeigen lassen, daß der Sauerstoffmangel nicht der einzige Grund für das Unterbleiben der Keimung in der Frucht ist, konnte ich versuchen, durch Anwendung sinkender Saftkonzentrationen eine ansteigende Keimungsreihe aufzustellen, so wie ich es eingangs als ein Ziel der Untersuchung geschildert habe. Dies gelang mir in dem folgenden Versuch, der gleichzeitig beweist, daß das Toluol bei geringer Konzentration auf die Keimung keinen Einfluß ausübt.

Versuch 2.

Blieb gänzlich schimmelfrei.

10 Petrischalen (*A* 1—5 und *B* 1—5) mit einer Schicht Filtrierpapier. In *A* Abnehmen der Konzentration des Fruchtsaftes von $^1/_2$ der natürlichen Konzentration bis $^1/_{32}$ der natürlichen Konzentration. Entsprechend sank die Konzentration des als Desinfiziens verwendeten Toluols von Schale zu Schale gleichmäßig von 0·2 % bis auf 0·0125 %. Die Kontrollschalen der Reihe *B* wurden mit reinem Toluolwasser beschickt, dessen Konzentration in den Schalen 1 bis 5 0·2, 0·1, 0·05, 0·025 und 0·0 % betrug. Aufstellung im Gewächshaus des Instituts am Lichte. Je 30 Samen. Die Reihe *d* bezeichnet wieder die seit Beginn des Versuchs verflossenen Tage.

Keimungsprozente.

d	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
6	0	0	0	0	30	47	13	37	37	0!
7	0	0	3	24	71	60	47	53	60	0!
8	0	7	13	52	80	80	83	80	80	10!
9	0	13	24	82	100	93	87	87	96	50!
11	0	33	50	90	—					
12	0	43	70	90	—					
15	0	50	87	93	—					
20	0	80	90	100	—					
25	0	80	93	—	—					
27	7	80	93	—	—					
33	45	80	96	—	—	Toluolkontrolle aufgehoben!				
37	70	90	96	—	—					

Schon diese Versuche möchten vielleicht hinreichend erscheinen, um zu erweisen, daß die Keimungshemmung bei *Solanum Lycopersicum* der Fruchtsubstanz zuzuschreiben ist. Trotzdem scheinen mir gegen die Berechtigung eines solchen Schlusses noch gewisse Einwände möglich, die sich durch die Ergebnisse der geschilderten und weiterer Versuche jedoch entkräften lassen.

1. Einige Schwierigkeiten ergeben sich bereits gegenüber dem Versuch einer physikalischen Deutung der Resultate. Man könnte meinen, daß die Zellen des Fruchtfleisches gegenüber denen des Samens hypertonisch seien und für die Samen daher in der Frucht die erste Vorbedingung der Keimung, nämlich die volle Quellungsmöglichkeit, nicht gegeben sei. Ich entnahm daher Samen aus einer Frucht und wog sie nach Auswaschung und folgender kurzer Abtrocknung. Das Gewicht von 44 Samen betrug 19 *cg*. Sie wurden nun auf Filtrierpapier in Aqua dest. ausgelegt und nach 3 Tagen, d. h. kurz vor Beginn der Auskeimung, wieder gewogen. Ihr Gewicht betrug jetzt 20 *cg*, hatte sich also nur unwesentlich erhöht. Wenn ich hieraus schließe, daß die Samen in der Frucht nicht durch Wassermangel, sondern durch andere Ursachen an der Keimung

verhindert werden, so kann ich dies auch durch weitere Erfahrungen bestätigen. Ich beobachtete nämlich mehrfach Samen von außergewöhnlicher Größe (bis zu 4 *mm* Durchmesser), die nicht keimten, solange sie der Fruchtsubstanz auflagen. Übertrug ich aber derartige Samen in eine andere Schale, wo das Filtrierpapier mit Aqua dest. getränkt war, keimten sie in kurzer Zeit, ohne ihren Durchmesser noch weiter zu vergrößern. Vergleichende Bestimmungen des osmotischen Druckes des Fruchtsaftes einerseits und eines Samenextraktes andrerseits dürften diese Anschauung bestätigen.

Doch ist trotzdem zuzugeben, daß die Turgeszenz der Zellen des Embryos entsprechend der Konzentrationsabnahme des ihn umgebenden Fruchtsaftes steigen muß. Sollte vielleicht dieser Umstand für das Eintreten der Keimung maßgebend sein und sich behaupten lassen: je größer die Turgeszenz, um so schneller die Keimung? Erkennt man diese Möglichkeit an und erhebt sie zum Erklärungsprinzip, so würde der Same in der Frucht darum nicht keimen, weil das Konzentrationsgefälle in das ihn umgebende Medium zu gering ist, um die Keimung hervorzurufen. Diese Anschauung schien eine wesentliche Stütze zu erhalten, als ich die Keimung von *Solanum Lycopersicum* in Rohrzuckerlösung verschiedener Konzentration untersuchte. Bei 5% keimte bis zum 6. Tage kein Same. Bei geringeren Konzentrationen stiegen auch hier im allgemeinen die Keimprozente entsprechend dem Verdünnungsgrad und die erste Keimung setzte um so später ein, je konzentrierter die Lösung war. Es schien, als ob ein osmotischer Wert des Außenmediums von 4 bis 5 Atmosphären die Keimung zunächst gänzlich verhindere, während in der Reihe 2, 1, $^1/_2$, 0 Atmosphären sie immer schneller erfolge. Keimungen bei 5 und 10% wurden erst am 8. und 10. Tage festgestellt.

Dennoch ist eine solche osmotische Erklärung für *Solanum Lycopersicum* unbedingt abzulehnen. Sie ist nämlich unvereinbar mit der Tatsache, daß die Hemmungswirkung des Fruchtsaftes durch Erhitzen wesentlich abgeschwächt wird (siehe die Tabelle des Versuchs 3), während das Ergebnis des Rohrzuckerversuchs auch anders gedeutet werden kann. Der Rohrzucker kann in die Zellen eingedrungen sein und dort rein chemische Umsetzungen hervorgerufen haben, die eine fortschreitend bessere Keimung bei geringerer Konzentration zur Folge hatten. Für eine solche Schädigung spricht auch das schnelle Absterben der jungen Keimlinge in den Rohrzuckerschalen. Hiermit sehen wir uns wieder zur chemischen Auffassung zurückgeführt.

2. Ein zweiter ernsthafter Einwurf könnte die rein chemische Deutung der Ergebnisse zwar als berechtigt anerkennen, aber die Bildung des Hemmungsstoffes der Tätigkeit der Schimmelpilze und Bakterien zur Last legen. Dem widerspricht nun die Tatsache, daß von einem Schimmelbefall bei den Versuchen 1 und 2 nichts zu bemerken war und der sauere Charakter des Nährbodens den Bakterien nicht zusagen konnte. Ferner spricht gegen diese Auffassung

auch hier das Ergebnis des eben erwähnten Versuches 3, in dem ich die Keimungsergebnisse in rohem und gekochtem Saft gleicher Konzentration miteinander verglich. Der Schimmelbefall, den ich diesmal nicht zu verhindern suchte, war in beiden Schalen nicht unbeträchtlich und in der Schale mit dem abgekochten Saft stärker als in der anderen mit dem rohen Saft. Trotzdem keimten die Samen in der ersteren bedeutend besser, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Versuch 3.

Keimungsprozente (je 40 Samen 9. XI. 1921).

d	Auf rohem Saft	Auf gekochtem Saft
7	0	2·5
8	0	5
9	4	17
10	13	53
12	29	83
13	42	83
14	51	83
19	89!	86
26	95!	94

Wie man sieht, hatten die Samen auf gekochtem Saft nach 12 Tagen schon zu 83 % gekeimt, trotz der starken Zersetzungsvorgänge, während in der Schale mit dem rohen Saft erst jetzt, als der Schimmel wegen der starken Konzentration der eigenen Stoffwechselprodukte wieder zurückging, die Keimung erst recht einsetzte. Mir schien dieser Versuch so deutlich für das Vorhandensein einer nicht hitzebeständigen, keimungshemmenden Substanz im Fruchtsaft zu sprechen, daß ich auf die Durchführung eines sterilen Keimungsversuchs glaubte verzichten zu können.

Hiermit erscheint mir die Vermutung Molischs über das Vorkommen von Hemmungssubstanzen für *Solanum Lycopersicum* als bewiesen.

Wegen der großen theoretischen Wichtigkeit sei hier noch ein zweiter Versuch über die Wirkung hoher Temperaturen auf die Hemmungskraft des Fruchtsaftes angeführt.

Versuch 4 (30. XI. 1921).

Fruchtsaft von *Sol. Lyc.* etwa 1/8 der natürlichen Konzentration, 3 Petrischalen, je 25 Samen.

A. Saft erhitzt bis 60°;

B. Saft erhitzt bis 100°;

C. Kontrolle: Aqua dest.

Wärmeschrank, dunkel, 22° C. Toluoldesinfektion.

Keimungsprozente.

d	A	B	C
1	0	4	36
2	8!	48!	92
3	68	84	96
5	96	80	100

Ob durch mehrstündiges Kochen der keimungshemmende Einfluß des Fruchtsaftes gänzlich beseitigt werden kann, wurde nicht geprüft. Nach 30 Minuten Einwirkung von 100° bleibt er jedenfalls noch deutlich.

Nun konnte ich daran gehen, die Natur des erschlossenen Körpers näher zu untersuchen. Hiermit bin ich jedoch noch nicht weit gelangt. Nur soviel kann ich sagen, daß es sich nach dem Ergebnis eines ersten Versuches um einen kolloidalen Körper zu handeln scheint. Nach Ausschüttelung eines Saftfiltrates mit Alkohol und Äther erhielt ich einen weißlichen Niederschlag, von dem ich eine Suspension in destilliertem Wasser herstellte. Obgleich ich nur eine winzige Menge von dem Niederschlag, schätzungsweise einige Zentigramm, zur fortschreitenden Verdünnung verwendete, ergab sich auch hier wieder die bekannte ansteigende Reihe der Keimungszahlen.

Versuch 5.

(Wärmeschrank 22° konst.) 14. XII. 1921.

Keimungsprozente.

	Konzentration			
d	*c*	$^1/_2\,c$	$^1/_4\,c$	H_2O
2	0	8	17	19
3	18	30	36	48

Es scheint, daß die Hemmungssubstanz von dem Alkohol niedergeschlagen worden war. Am vierten Tage nach Versuchsbeginn erhielt ich die Zahlen 61, 52, 61 77. Jetzt war also die Keimung bei der stärkeren Konzentration *c* besser als bei $^1/_2\,c$ und ebenso stark wie bei $^1/_4\,c$. Ich habe eine solche Umwandlung der hemmenden Wirkung in eine stimulierende, die an das Verhalten der Organismen gegenüber manchen Giften erinnert, mehrfach beobachten können. (Vgl. auch die letzten Zahlen des Versuches 3.) Man mag diese Erscheinung auf eine teilweise Zersetzung der Hemmungssubstanz zurückführen können.

Durch einen weiteren Versuch überzeugte ich mich, daß die Keimungshemmung auch dann noch deutlich hervortritt, wenn die Samen vor der Aussaat mit Säuren oder Alkalien behandelt werden.

Versuch 6.

Die Samen wurden im Saftfiltrat der eigenen Frucht ausgesät. Nach der Entnahme wurden sie 3 Stunden lang gewässert und darauf für 4 Parallelversuche vorbereitet durch einen zweistündigen Aufenthalt

A. in 0·2 Mol H_2SO_4;
B. in 0·1 Mol CH_3COOH;
C. in 0·2 Mol HNO_3;
D. in 0·2 Mol KOH.

Die Samen wurden nun unter dem Strahl der Wasserleitung einige Minuten gewässert und dann in 8 Petrischalen zur Aussaat gebracht:

1. Im Saftfiltrat (etwa $1/2$ der natürlichen Konzentration);
2. im aqua dest.

Aufstellung dunkel im Wärmeschrank, 22°. Toluoldesinfektion. Das Ergebnis gibt die

Keimungstabelle.

d	H_2SO_4		CH_3COOH		HNO_3		KOH	
	1	2	1	2	1	2	1	2
3	68	100	0	80	50	100	6	17
4	100	100	20	93	100	100	56	39
6			64	97			75	95
8			100	100			100	100

Es bleibt nun noch nachzutragen, daß die Hemmung bis ins Frühjahr hinein andauert. Ich habe im Februar und März 1922 ebensowohl angefrorene, feucht überwinterte, wohlerhaltene Früchte als auch eine solche untersucht, die auf einem Wandbrett des Gewächshauses zur Mumie eingetrocknet war. In beiden Fällen waren noch sehr bedeutende Keimungshemmungen nachweisbar.

Dagegen beobachtete Molisch gleichzeitig das Auftreten von Keimlingen aus einer Frucht, die im Laufe des Winters der Zersetzung im feuchten Sande anheimgefallen war und in einem großen Glasgefäß am Fenster seines Studierzimmers sich befand. Diese Beobachtung steht im besten Einklang mit der gärtnerischen Erfahrung. So berichtet mir mein gärtnerischer Arbeitsgenosse F. Birth, daß er aus Früchten, die auf dem Boden eines Gewächshauses unter den Pflanzengestellen im Winter verfault waren, im Frühjahr das Auskeimen von Samen beobachtet hat.

In ähnlicher Weise geht wohl die Vermehrung der Pflanze auch in der freien Natur vor sich. Die Früchte fallen überreif zu Boden, die Tätigkeit der Saprophyten im Verein mit der des Regens bewirkt die Zerstörung und Auswaschung der Fruchtmasse, sowie die Fortschwemmung der Samen, die nun, der keimungshemmenden Wirkung des Fruchtfleisches entzogen und zuweilen durch die keimungsfördernde Wirkung des Bodens begünstigt, zur Keimung gelangen.

Anmerkung. Daß von einer keimungsfördernden Wirkung des Bodens hier gesprochen werden kann, scheint mir aus Versuchen hervorzugehen, die ich noch anhangsweise erwähnen möchte. Je 40 Samen von *Solanum Lycopersicum* wurden nach Waschung in Tonschalen ausgesät:

A. auf Gartenerde;
B. auf unbehandeltem lehmigen Sand;
C. auf dem gleichen Sand, der durch fünfmalige Ausschlemmung gereinigt wurde;
D. auf Sand, wie in *C* geglüht;
E. auf Sand, wie in *C* sterilisiert.

Aufstellung im Gewächshaus. 9. XI. 1921.

Keimungsprozente.

d	*A*		*B*		*C*	*D*	*E*
	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	hell	hell
5	3	3	0	3!	0	3	0
7	66	71	5	73!	38	25	35
8	95	79	26	92!	53	48	58
9	98	87	50	97!	82	69	75
10	100	89	61	100!	92	82	98
12		100	66	100	100	92	98

Wie man sieht, zeigt sich im Lichte ein erheblicher Vorsprung der auf Gartenerde ausgesäten Samen gegenüber den auf behandelten Sand ausgesäten. Höchst auffällig erscheint mir das Ergebnis, das ich mit den beiden, durch einen Zinksturz verdunkelten Schalen erhielt. Während, wie man sieht, die Keimung auf Erde am Licht wie im Dunkeln etwa gleichmäßig fortschritt, erwies sich der lehmige Sand am Lichte als das weitaus ungünstigste Substrat, während er im Finstern alle anderen Keimböden übertrifft. Leider konnte ich dieser Beobachtung, die außerhalb des Rahmens meiner Untersuchung fällt, nicht weiter nachgehen. Die Außenbedingungen hinsichtlich Temperatur, Feuchtigkeit, Sauerstoffzufuhr waren genau die gleichen wie in den anderen Schalen. Vielleicht ergibt eine vergleichende Untersuchung der Licht- und Dunkelkeimung auf lehmigen Substraten auch für andere Samen ähnliche Ergebnisse.

Versuche mit anderen fleischigen Früchten.

Hatte das Ende der Vegetationsperiode 1921 einem weiteren Ausbau meiner Versuche mit *Solanum Lycopersicum* ein frühzeitiges Ziel gesetzt, so gilt das in noch höherem Maße für die Versuche mit anderen Objekten, wo das mir zur Verfügung stehende Material noch schneller erschöpft war. Dennoch sind die erzielten Ergebnisse nicht weniger auffallend, wie auch aus den photographischen Aufnahmen deutlich hervorgeht.

Lagenaria vulgaris.

Versuch.

Eine reife Frucht wurde durch ein quadratisches Loch geöffnet und so dem Sauerstoff Zutritt zu den Samen gewährt. Nach 9 Tagen überzeugte ich mich beim

Zerlegen der Frucht, daß keine Keimungen eingetreten waren. Hierauf wurden in 3 Petrischalen ausgesät:

A. ungewaschene Samen auf Schalenstücken mit Fruchtfleisch;

B. ungewaschene Samen auf Filtrierpapier;

C. gewaschene Samen auf Filtrierpapier.

Dann wurden, um Schimmel abzuhalten, Fruchtfleisch und Samen aller Schalen mit 0·4 % Formalin kurz abgespült. Hierbei kann eine nennenswerte Aufsaugung des Formalins durch das Fruchtfleisch schwerlich stattgefunden haben, weil dieses mit Fruchtsaft voll gesättigt war. Aussaat am 11. XI. 1921. Zunächst wurde der Versuch im Gewächshaus angestellt. Als nach 7 Tagen die Temperatur sich als zu niedrig erwiesen hatte, übertrug ich die Schalen in den Wärmeschrank. Nach weiteren 3 Tagen, am 21. XI., konnte ich feststellen:

Keimung in *A* 0 %, *B* 29 %, *C* 88 %.

Wie sich aus der Aufnahme (25. XI.) ergibt, bildeten die Keimlinge der gewaschenen Samen mächtige Wurzelsysteme aus. Bereits am 21. XI. maß ich Längen von 50 *mm* und beobachtete an einem Keimling 22 Nebenwurzeln. Dagegen erreichten die längsten Wurzeln der ungewaschenen Samen nur 15 *mm*, Nebenwurzeln waren nicht vorhanden und wurden auch später nicht gebildet. Vielmehr gingen die Samen in *A* und *B* ebenso wie die jungen Pflänzchen in *B* und *C* unter lebhafter Ammoniakbildung zugrunde. Dagegen hielt sich das Fruchtfleisch in der Schale *A* frisch und blieb schimmelfrei.

Das Ergebnis spricht wohl auch hier wieder für die Annahme einer Hemmungssubstanz im Fruchtfleisch. Doch sei für *Lagenaria* die Notwendigkeit der Wiederholung des Versuchs ausdrücklich anerkannt angesichts der Tatsache, daß hier mit Formalin gearbeitet wurde und daß der Beweis für die fortdauernde Keimfähigkeit der auf dem Fruchtfleisch ausgelegten Samen, wie er seit dem 28. XI. versucht wurde, mißlang.

Anmerkung: Wahrscheinlich wurden die anfänglich noch keimfähig gebliebenen Samen durch das entstehende Ammoniak getötet. Bokorny[1] fand NH_3 schon in einer Konzentration von 0·05 % für Samen tödlich. Man ersieht aus diesem Beispiel, daß man unbedingt nur mit gut desinfiziertem, ganz frischem Material arbeiten darf, um nicht durch postmortale Zersetzungsprodukte getäuscht zu werden.

Demgegenüber erscheint durchaus einwandfrei der entsprechende

Versuch mit *Cucumis sativa*,

obgleich ich hier nur 23 Samen in der untersuchten Frucht vorfand und nur diese zur Aussaat verwendete.

Es wurden ausgesät in Schale:

A. 5 Samen auf einem Längsschnitt durch die Frucht von etwa 1 *mm* Dicke, 2 Samen auf der Innenseite eines Oberflächenschnittes und 2 Samen frei mit anhaftendem Fruchtfleisch;

B. 8 Samen ungewaschen, auf Filtrierpapier;

C. 6 Samen, 15 Minuten gewaschen, auf Filtrierpapier.

Wärmeschrank dunkel, 25° C. Desinfektion mit Toluol. 18. XI. 1921.

[1] Bokorny Th., Einfluß verschiedener Substanzen auf die Keimung der Pflanzensamen. Biochem. Zeitschr. L., 1913, p. 1 bis 118.

Keimungsprozente.

d	*A*	*B*	*C*
1	0	0	0
3	0	13	67
4	0	38	83
5	0	50	83
10	22	88	100
11	56	88	100
20	78	88	100

Die Aufnahme vom 25. XI. 1921, also am 7. Tage seit Versuchsbeginn, zeigt auch hier deutlich die Verzweigung der Wurzeln in Schale *C*, die bei den Keimlingen der ungewaschenen Samen in Schale *B* vermißt wird.

Phytolacca dioica.

Phytolacca dioica, ein mächtiger Baum, von dem ich Samenmaterial aus dem Botanischen Garten in Genua benützte, besitzt sehr zuckerreiche Beerenfrüchte, in denen sich die dunkelgrauen, hartschaligen Samen befinden. Die von mir verwendeten Früchte hatten sich in den Ästen eines *Bambusa*-Dickichts gefangen und waren dort bis zum April zu rosinenartigen Beeren eingetrocknet. Ich mußte den Fruchtsaft stark verdünnen, um die Zuckerkonzentration herabzusetzen. Demgemäß gelang der Nachweis einer zahlenmäßigen Keimungshemmung gewaschener Samen in stark verdünntem Fruchtsaft nicht. Allerdings setzte die Bildung von Wurzelhaaren etwas später ein als in der Kontrollschale und es zeigte sich so wenigstens eine morphologische Hemmungserscheinung, auf die ich weiter unten zu sprechen komme. Dagegen zeigten sich Samen in ihrer Keimung stark beeinträchtigt, die ich nach Auswässerung des Zuckers in destilliertem Wasser ausgelegt hatte, ohne sie vorher von den Resten des ihnen zähe anhaftenden Fruchtfleisches zu befreien. Der Keimungsverzug ergibt sich aus folgender Tabelle.

Keimungsprozente.

d	*A*	*B*
16	0	16
23	37	80
25	47	80
26	47	84
29	77	84

a 30 ungereinigte, *b* 25 gereinigte Samen.

Liegt hier ein Hemmungsstoff vor? Die Antwort kann nur bejahend sein, wenn man sie aus dem Befunde der Beeren vor Beginn des Versuches ableitet. Die Samen liegen hier staubtrocken in der konzentrierten Zuckerlösung des Fruchtfleisches. Zerdrückt man sie zwischen den Fingern, so lösen sie sich in ein

weißes Pulver auf. Zweifellos besteht hier die osmotische Erklärung, die wir für *Solanum Lycopersicum* ablehnten, zu Recht: Der Zucker wirkt als osmotische Hemmungssubstanz. Daß dem Zucker die Fähigkeit zukomme, die Keimung der Samen in der Frucht durch Wasserentzug zu verhindern, ist zwar ein sehr naheliegender Gedanke, jedoch meines Wissens bisher noch nicht erörtert worden. Es scheint mir aber eine aussichtsreiche Aufgabe zu sein, zu untersuchen, in welchen Konzentrationen die Samen zuckerreicher Früchte noch zur Keimung gelangen, wenn man sie in Lösungen jener Zuckerarten aussät, die in den Früchten natürlich vorkommen.

Doch kehren wir zu unserem Versuch zurück. Die Keimungsverzögerung der ungereinigten Samen kann entweder den geringen Resten von Zucker zugeschrieben werden, die trotz der Auswässerung noch vorhanden sein mochten, sie kann ferner auf einen Hemmungskörper hindeuten, entsprechend dem uns bei *Solanum Lycopersicum* bekanntgewordenen, oder endlich läßt sie sich zurückführen auf ein postmortales Zersetzungsprodukt. Auch kann in dem anhaftenden Fruchtfleisch ein Quellungshindernis erblickt werden. Zwischen diesen Möglichkeiten eine Entscheidung zu treffen, fehlt es mir gegenwärtig noch an Mitteln.

Endlich sei noch eines Versuches mit *Maclura aurantiaca* gedacht, bei dem gewaschene Samen in 11 Tagen zu 28 % keimten, während ungewaschene, auf einem Schnitt durch die Sammelfrucht ausgelegt, keine Keimungen zeigten. Da sich aber in dem Schnitt starke Zersetzung zeigte, trotz der Toluoldesinfektion, so möchte ich aus diesem Ergebnis keine Folgerungen ableiten. Somit komme ich zur Besprechung der

2. Versuche mit trockenen Früchten.

Während unter den fleischigen Früchten bisher keine Form gefunden wurde, von der sich nach den Versuchsergebnissen behaupten ließe, daß sie bestimmt keine hemmende Wirkung auf die Keimung der eigenen Samen ausüben, liegen die Verhältnisse bei trockenen Früchten wesentlich anders. Hier habe ich bisher mit den Hülsen der Leguminosen und den Schoten der Cruciferen nur negative Resultate erzielt. Über den Einfluß der Hülse der Leguminosen auf die Samenkeimung liegen, wie bereits erwähnt wurde, einige Angaben vor, über die hier folgendes zu berichten ist:

v. Jasienski (l. c.) verglich die Keimung der Samen von *Onobrychis sativa* innerhalb und außerhalb der Hülsen. Leider findet sich keine Angabe darüber, ob die Früchte vor der Aussaat geöffnet wurden, um dem Quellungswasser und dem Sauerstoff in gleicher Weise Zutritt zu dem dort befindlichen Samen zu schaffen wie zu den frei ausgelegten Samen des Kontrollversuchs. Anzunehmen ist, daß dies nicht geschah, da der Versuch, wie erwähnt, nur die praktische Seite der Frage klären sollte: ob nämlich ein Verbleiben

in den Hülsen für die landwirtschaftliche Aussaat ungünstig oder belanglos sei. Wenn sich nun nach 3 Tagen zeigte, daß noch kein mit Hülse ausgelegter Same gekeimt hatte gegenüber 28·5 % Keimungen der freiliegenden Samen, während nach 16 Tagen 77 beziehungsweise 76 % zur Auskeimung gekommen waren, so erklärt sich dies zwangslos aus den Quellungs- und Atmungswiderständen, die der in dem Gefängnis der harten Schließfrucht eingeschlossene Same gegenüber dem freiliegenden Wettbewerber zu überwinden hat. Nobbe äußert sich (l. c.) über das Ergebnis des Versuchs mit den Worten: »Die Fruchthülle retardiert also etwas die Keimung.« Ob er an eine stoffliche Hemmung überhaupt gedacht hat, bleibt ungewiß.

Diese Bemerkung Nobbes hat Gola (l. c.) dazu veranlaßt, sich mit dem Problem zu beschäftigen. Er legte anläßlich seiner Versuche über die Bedingungen der Quellungsfähigkeit undurchlässiger Samen die Hülsen folgender Papilionaceen mit Samen zur Keimung aus: *Colutea arborescens, Anagyris foetida, Robinia Pseudacacia, Baptisia australis* und *Coronilla vulgaris*. Hierbei zeigte es sich, daß die Samen von Hülsen der gleichen Art sich sehr verschieden verhielten. So quollen in einer Hülse von *Colutea arborescens* sämtliche Samen, in einer anderen dagegen nicht ein einziger. Falls nun die Quellungsmöglichkeit für beide Hülsen in gleicher Weise gegeben war, ist das Verhalten wirklich sehr auffällig und spricht deutlich gegen das allgemeine Vorhandensein von Stoffen in der Hülse, die eine Quellung der Samen verhindern. Ob aber dem physikalischen Quellungsprozeß, dessen so verschiedener Verlauf nach Gola von dem Reifungsgrad der Samen abhängt, nun sogleich der physiologische Keimungsprozeß in allen Fällen folgte und ob dieser bei Samen außerhalb der Hülsen nicht anders verlief als innerhalb, darüber erfahren wir bei Gola nichts, so daß wir nicht prüfen können, ob seine Versuche ihm wirklich »erlauben, eine besondere Wirksamkeit der in den Hülsen enthaltenen Substanzen auf die Samen, die sie enthält, auszuschließen«. Wir können vielmehr aus seiner Arbeit hier nur lernen, daß die von ihm studierten Objekte zum Studium von Hemmungserscheinungen bei Leguminosen für unsere Zwecke wenig brauchbar sind.

Anmerkung. Gola bemüht sich um eine Erklärung des bei v. Jasienskis Versuch zutage getretenen Unterschieds in der Keimung von *Onobrychis sativa*, der auf der Vorstellung beruht, daß die Samen in der Hülse leichter (!) zur Keimung gelangt seien als außerhalb. Da dies nicht zutrifft, erübrigt es sich, auf diese Erklärung einzugehen.

Die dritte erwähnte Arbeit stammt von Riviera und bezieht sich wieder auf *Onobrychis sativa*. Der Verfasser stellt fest, daß die Keimung der mit Hülse ausgelegten Samen 2 bis 3 Tage mehr beanspruche als die der enthülsten. Zur Erklärung wird die langsamere Quellung der Hülsensamen und der mechanische Widerstand der Hülse herangezogen.

Während nun die bisher erwähnten Autoren unser Problem nur nebenbei mit einer ungenügenden Methodik an ungeeigneten Objekten studierten, ist ein Versuch Modrys (l. c.) für uns von größtem Interesse. Diesem Forscher gelang es nämlich, bei grünreifen Früchten von *Phaseolus multiflorus* durch Einspritzung von Brunnenwasser eine Auskeimung der Samen hervorzurufen. Eine Erklärung dieser Erscheinung gewinne ich aus dem Ergebnis eines eigenen Versuches mit *Phaseolus vulgaris*.

Versuch mit *Phaseolus vulgaris*.

Zweck: Zur Lösung der Frage, ob auch bei den Hülsen von *Phaseolus vulgaris* von den Karpellen ein keimungshemmender Einfluß ausgeübt wird, wurde folgendermaßen verfahren:

Nach den ersten schwachen Nachtfrösten wurden Früchte von *Phaseolus vulgaris* (Material aus Gloggnitz-Semmeringbahn) von den Mutterpflanzen getrennt und am nächsten Tage auf Filtrierpapier in einer glasierten Tonschale ausgelegt. Die Schale wurde mit einer Glasglocke bedeckt, das Papier nur mäßig feucht gehalten, um Fäulnis und Schimmelinfektion in geringen Grenzen zu halten, was auch gut gelang.

Die Früchte, die 2 bis 4 reife Samen enthielten, und teils noch grün, teils aber schon trocken waren, wurden an der Bauchnaht geöffnet und die Hälfte der Samen herausgenommen, die andere Hälfte belassen. Da die Früchte verschiedenen Rassen angehörten und verschiedenfarbige Samen enthielten, konnte ein Irrtum über die Herkunft der herausgenommenen Samen nicht eintreten. Die trockenen Hülsen wurden besonders angefeuchtet, um Feuchtigkeitsdifferenzen auszuschalten.

Versuchsraum: Gewächshaus hell, etwa 20° C. Wetter trübe. Beginn 3. XI. 1921.

Verlauf.

7. XI. Auf Filtrierpapier keimen 2 Samen, in den zugehörigen Hülsen keine Keimungen.

9. und 11. XI. keine neuen Keimungen.

14. XI. Es ergibt sich folgendes Bild:

Hülse 1 (enthielt 2 Samen): Eine Keimung in der Frucht, eine außerhalb.

Hülse 2 (4 Samen): 1 Same außerhalb, schon am 7. XI. gekeimt gewesen, dann die beiden in der Frucht gefolgt, zuletzt keimt der 2. freie Same.

Hülse 3: 2 Samen innerhalb verfault, ein äußerer schon am 7. XI. gekeimt gewesen.

Hülse 4 und 5 (schwarzsamig): Noch ungekeimt.

Hülse 6! (nicht geöffnet gewesen, enthält 2 Samen): Ein Embryo sprengt mit der Radicula die Bauchnaht.

Am 16. XI. hatte auch der 2. Same in Hülse 6 gekeimt. Am 21. XI. zeigte sich, daß von den Samen der Hülse 5 nur einer innerhalb gekeimt hatte, während die außerhalb befindlichen ungekeimt blieben. Hülse 4 verfiel der Fäulnis.

Dieser Versuch zeigte mir, daß (trotz der 2 Samen außerhalb der Hülsen, die der Keimungsperiode der anderen vorangingen) bei *Phaseolus vulgaris* von Hemmungssubstanzen nicht die Rede sein kann. Die Samen keimen willig in den Früchten, wenn man ihnen genügend Feuchtigkeit und Sauerstoff bietet. Beachtenswert ist, daß die von mir gewählten Hülsen zum Teil noch grün waren, während

im übrigen wohl jeder Gärtner die Keimung von Bohnen aus reifen Hülsen an einem feuchten Orte einmal beobachtet hat.

Nach diesen Erfahrungen möchte ich annehmen, daß auch die Samen von *Phaselolus multiflorus* nur darum nicht an der Mutterpflanze zur Keimung gelangen, weil der Reifungsprozeß mit einer Wasserentziehung einhergeht. Füllt man dagegen, wie dies Modry durch seine Einspritzung tat, die Frucht in einem Stadium mit Wasser, wo eben die Keimfähigkeit der Samen erreicht, der Wasserentzug dagegen noch unvollkommen ist, so tritt Keimung ein.

Anmerkung. Am Schlusse seiner Untersuchung schreibt Modry hinsichtlich der wesentlich gleichen Wirkung, die ein mit Äther getränkter Wattepfropfen, eine Wasser- und eine Milchinjektion auf die Samen ausübte: »Ob aus diesen, fast gleichen Ergebnissen ein Schluß auf die physiologische Grundlage der Einwirkung von Äther auf pflanzliche Gewebe bezogen werden darf, bleibe dahingestellt.« Ist die oben entwickelte Anschauung richtig, so kann ein solcher Schluß nicht gezogen werden. Bei der Einspritzung von Wasser schafft man dem Samen eine rein physikalische Keimungsmöglichkeit, während der Äther nach Johannsen zur Spaltung von Stärke Anlaß gibt und so auf die im reifenden Samen vor sich gehenden Polymerisationen umschaltend einwirkt, sodaß jene Keimung auf andere Weise hervorgerufen wird.

Versuche mit *Lupinus luteus*.

Zwei Versuche mit *Lupinus luteus*, die ich im Jänner 1922 durchführte, lieferten ein entsprechendes Ergebnis wie das eben beschriebene mit *Phaseolus*. Diese Versuche seien als Beispiel für meine Behandlung trockener Objekte eingehend dargestellt. Das Ziel einer einwandfreien Methodik muß darin bestehen, einerseits eine ausgiebige Quellung der Frucht und des Samens herbeizuführen, andrerseits aber eine wesentliche Verdünnung eines etwa vorhandenen Hemmungsstoffes zu vermeiden. Ich erreichte dies hier in einer Petrischale, deren Boden wie gewöhnlich mit Filtrierpapier ausgekleidet war. Die Schale wurde mit mehreren Hülsenhälften bedeckt, deren Innenseite nach oben gerichtet war und denen die Samen auflagen. Dann füllte ich die Schale einige Millimeter hoch mit destilliertem Wasser, so daß die Hülsen davon eben bedeckt wurden und die Samen darin eintauchten. Die Schale blieb nun offen stehen. Nach Verdunstung des überschüssigen Wassers sind nach einigen Stunden alle Anforderungen erfüllt, die Früchte mit Wasser gesättigt, die Samen gequollen oder doch instand gesetzt, der Frucht Quellungswasser zu entziehen, die ins Wasser etwa diffundierten nicht flüchtigen Stoffe aber wieder durch Verdunstung konzentriert. Das Verfahren eignet sich besonders für schwer quellbare Trockenfrüchte. In der Kontrollschale lagen die Samen nur auf Filtrierpapier und tauchten eben so tief ins Wasser ein wie die anderen.

Die Quellung der Samen erfolgte hier mit großer Geschwindigkeit. Am nächsten Tage setze in beiden Versuchen bereits die Keimung ein. Das überschüssige Wasser war inzwischen verdunstet Der Vorsprung der freiliegenden Samen gegenüber den Hülsensamen zählte nur nach Stunden (*h*).

Lupinus luteus. (27. I. 1922.)

Keimungsprozente.

h	Samen auf Hülsen	Samen frei
24	38	80
29	73	90
46	100	100

Wie man sieht, liegt der Vorsprung der Kontrollsamen in einer Begünstigung innerhalb der ersten 40 Stunden. Ich erkläre mir dies daraus, daß eine Wasseraufnahme in dem destillierten Wasser noch etwas leichter erfolgte als in der verdünnten Lösung, die sich durch Diffusion aus den Hülsen bildete. Jedenfalls berechtigt die Tatsache, daß die Hülsensamen innerhalb 46 Stunden vollzählig keimten, nicht dazu, hier von Hemmungsstoffen zu sprechen. Wird demnach gefragt: Wodurch wird bei *Lupinus luteus* und ebenso bei *Phaseolus multiflorus* ein Auskeimen der Samen in den Hülsen der Mutterpflanze verhindert? — so ist zu antworten: Durch Wasserentzug während des Reifungsprozesses.

Weitere Leguminosen wurden bisher nicht untersucht. Wir müssen daher vorläufig uns mit der Feststellung begnügen, daß bisher weder in den älteren Arbeiten noch in der vorliegenden Hemmungsstoffe bei dieser Familie festgestellt werden konnten.

Was die Cruciferen anlangt, so zeigen sie bisher ebenfalls keine Keimungshemmungen in den Früchten. Aus den Schötchen einer *Lepidium*-Art, die sich in dem Zustand, in dem sie eingesammelt wurde, nicht mehr bestimmen ließ, beobachtete ich in zwei Versuchen rege Keimung. Das dünne Perikarp wurde von den Würzelchen der Keimlinge leicht gesprengt. Die gleiche Beobachtung machte ich sowohl im Winter als auch im Frühjahr an den Schoten von *Cheiranthus Cheiri*. Weder die Repla noch die Carpelle hemmen die Keimung. Versuche mit *Ionopsidium acaule* und *Thlaspi perfoliatum* lieferten keine Keimungen, da die Samen nach der Reife nicht sogleich keimfähig sind. Schoten von *Brassica* verfaulten, ohne Keimungen zu liefern. So ist es mir bisher nicht gelungen, an den Schoten der Cruciferen Hemmungserscheinungen festzustellen.

Solanaceen und Papaveraceen.

(Alkaloidhaltige Objekte.)

Dagegen gelang mir die Feststellung sehr erheblicher Keimungshemmungen bei den Kapseln von *Nicotiana rustica*, *Capsicum annuum* und *Papaver somniferum*. Bei einer vergleichenden Aussaat

von *Nicotiana*-Samen auf Kapseln und Kapselteilen einerseits und auf Aqua dest. andrerseits traten am vieren Tage starke Unterschiede auf, die ebenso die Anzahl der gekeimten Samen, wie die Entwicklung der Keimlinge betrafen. Die Keimung der Kapselkeimlinge blieb noch unvollzählig und die Würzelchen der gekeimten zeigten eine Länge von höchstens 1 *mm*. Demgegenüber hatten die Vergleichssamen zu 100 % gekeimt und zeigten Würzelchen von durchschnittlich 3 *mm* Länge. Dieser Unterschied wurde im Laufe der nächsten 10 Tage immer auffallender. 14 Tage nach der Aussaat hatten die Vergleichssamen sämtlich ihre Keimblätter entwickelt, während die Kapselsamen noch immer im ersten Stadium der Keimung vor Befreiung der Keimblätter aus der Samenschale verharrten.

Am 20. Tage nach der Aussaat hatte sich das Bild wesentlich verschoben. Die Kapselkeimlinge hatten jetzt die Kontrollkeimlinge in der Entwicklung eingeholt und zeigten weiterhin sogar eine üppigere Entwicklung als diese, die infolge Nahrungsmangels zurückblieben. Ich gewann geradezu den Eindruck, daß nunmehr ein Agens in der Kapsel befördernd auf das Wachstum einwirkte, wie das ja auch bei *Solanum Lycopersicum* nach Ablauf einiger Zeit trotz anfänglicher Hemmung sich gezeigt hatte. Die Übereinstimmung mit den dort hervorgetretenen Erscheinungen wurde dadurch noch wesentlich auffallender, daß die gehemmten Keimlinge zunächst auch morphologische Besonderheiten gezeigt hatten, wie sie mir bereits bei *Solanum Lycopersicum* bekannt geworden waren: Sie zeigten nämlich keine Bildung von Wurzelhaaren und die Epidermis des Würzelchens war nicht glasartig hell, wie bei den normalen Keimlingen, sondern erschien wachsartig und undurchsichtig, das Organ als Ganzes betrachtet machte einen gestauchten, kränklichen Eindruck.

Erwähnt sei hier noch, daß ebenfalls eine Aussaat von Samen der *Nicotiana rustica* auf Laubblättern der eigenen Art durchgeführt wurde, die der Blütenregion entstammten und im grünen Zustand vertrocknet waren. Auf diesem Substrat zeigte sich nur ein Zerreißen der Testa. Weiter führte die Keimung nicht, da der Embryo offenbar getötet wurde. Ich möchte dies durch den Gehalt der Blätter an Alkaloiden erklären, in Übereinstimmung mit den Untersuchungen Cornevins[1] und de Toni und Machs[2], die den schädigenden Einfluß von Nikotinlösungen auf die Keimung des Tabaks festgestellt haben.

In einem weiteren Versuche gelang mir die Feststellung, daß die Keimungshemmung allein von der Plazenta ausgeht, während die Kapselwandung ohne jeden Einfluß bleibt. Nun konnte ich daran gehen, wieder eine fortschreitende Keimungsreihe aufzustellen.

---

[1] Cornevin, Action de poisons sur la germination des graines des végétaux, dont ils proviennent. Compt. rend. Ac., Paris 113, 1891, p. 274 bis 276.

[2] de Toni G. B. e Mach P., Sopra l'influenza esercitata dalla nicotina e dalla solanina sulla germogliazione dei semi di tobacco. Parma 1893, p. 63 bis 68.

Dies gelang mir aufs beste, indem ich in vier Schalen zerrieb und fein zerschnitt:

in *A* 10 Doppelplazenten;
in *B* 5 Doppelplazenten;
in *C* $2^1/_2$ Doppelplazenten;
in *D* 0 Doppelplazenten (Kontrolle).

Schon am vierten Tage zeigte sich überall Keimung, jedoch trat schon jetzt eine scharf ausgeprägte Reihe hervor, die sich in der mehr oder minder vollständigen Sprengung der Testa zu erkennen gab.

Über den weiteren Verlauf dieses Versuchs lasse ich das Versuchsprotokoll sprechen.

17. III. 1922 (7. Tag). Die »Reihe« kommt weiter gut zum Ausdruck:

In *A*: Würzelchen 1 *mm* lang;
In *B*: Würzelchen 3 *mm* lang, eben beginnende Befreiung der Keimblätter;
In *C*: Keimblätter befreien sich von der Samenschale, blaßgrün;
In *D*: einzelne junge Pflänzchen bereits von der Samenschale befreit, sattgrüne Blätter bei fast allen Keimlingen.

Am 18. III. bemerkt das Protokoll, ebenso wie am 22. III., das starke Zurückbleiben der Keimlinge der Schale *A*, wo die Würzelchen am 18. III. erst eine Höchstlänge von 2 *mm* erreicht haben. Noch am 22. III. bemerkte ich hier einzelne Samen mit eben erst ausgetriebener Radicula, »typische Stauchung und wachsartiges Aussehen der haarlosen Würzelchen wie bei *Solanum Lycopersicum*«. In den Schalen *B* bis *D* hatten sich die Unterschiede indessen verwischt, da der Keimungsprozeß abgeschlossen war, doch zeigten nur die Wurzeln der Schale *D* rein weiße Färbung, in den anderen Schalen zeigte sich eine Bräunung.

Der Versuch blieb ohne Anwendung eines Desinfektionsmittels durchaus sauber. Auch unter dem Mikroskop ließ sich eine bakterielle Zersetzung der Plazentarsubstanz nicht nachweisen. Es kann nun kaum einem Zweifel unterliegen, daß hier eine keimungshemmende Substanz in den Plazenten vorhanden ist. Ob es sich in den Kapseln wie in den Laubblättern um ein Alkaloid handelt, muß dahingestellt bleiben.

Nicotiana virginica.

Ein entsprechender Versuch, den ich mit frischgeerntetem Material von *Nicotiana virginica* (Bot. Garten, Pisa) durchführte, lieferte ganz andere Ergebnisse. Von einer wesentlichen Hemmungswirkung war hier nichts zu bemerken. Nur war eins deutlich: daß sich die jungen Pflänzchen gerade auf den Plazenten am üppigsten entwickelten! Vielleicht wirkte hier ein ähnlicher Stoff, wie bei *Nicotiana rustica* in sehr schwacher Konzentration stimulierend.

Capsicum annuum.

Von Solanaceen wurde weiter *Capsicum annuum* untersucht und festgestellt, daß schon eine geringe Beigabe von Kapselwand-

oder Plazentarsubstanz zu den keimenden Samen erhebliche Hemmungen hervorruft. Ich zerschnitt hier Stücke der Fruchtwandung oder der Plazenta mit der Schere und verteilte die kleinen Stücke auf dem Filtrierpapier. In dem folgenden Versuch wurden zerschnitten:

in *A* etwa 2 cm^3 Fruchtwand von etwa 1 *mm* Stärke;
in *B* etwa $^3/_4$ cm^2 der gleichen Wand;
in *C* etwa $^1/_4$ cm^2 eines Plazentarblättchens von noch geringerer Dicke;
D Kontrolle.

Gewächshaus hell, 21. V. 1922. Toluoldesinfektion.

Keimungsprozente.

d	*A*	*B*	*C*	*D*
6	0	0	13	33
7	0	0	27	47
10	0	7	33	60
12	7	33	40	67

Der Befund bestätigte bereits einen entsprechend verlaufenen Vorversuch. Die geringe Menge der hier wirksamen Substanz und die systematische Verwandtschaft lassen auf einen ähnlichen Stoff wie bei *Solanum Lycopersicum* schließen. (*Atropa Belladonna* kam nicht zur Keimung.)

Ein mit

Papaver somniferum

durchgeführter Versuch zeigte einen ganz ähnlichen Verlauf wie die ersten, eben beschriebenen, mit *Nicotiana rustica*. Hier zeigte sich jedoch, daß nicht die Plazenten, sondern umgekehrt die Wandung und das Narbengewebe hemmend auf die Keimung wirken. Daß die Alkaloide des Milchsaftes die Hemmung bewirken, erscheint nicht unmöglich. Cornevin (l. c.) fand, daß Narcotin, Codein und Narcein fördernd, Papaverin dagegen hemmend auf die Keimung der Samen von *Papaver somniferum* einwirken, während Morphin und Thebain keinen Einfluß ausüben.

Endlich habe ich auch Samen von *Nicotiana rustica* in Kapselteilen von *Papaver somniferum* und umgekehrt angebaut. Die Tabaksamen erwiesen sich in den Mohnkapseln stark gehemmt, während sich die *Papaver*-Samen in ihrer Keimung durch die Plazenten der *Nicotiana*-Kapseln am 3. Tage etwas gehemmt zeigten, was aber am 6. Tage bereits nicht mehr festzustellen war. (Weitere Versuche über die spezifische Natur der Hemmungswirkungen habe ich bisher nicht durchgeführt.)

Scrophulariaceen.

Auch bei Versuchen, die ich mit Scrophulariaceen durchführte, achtete ich gemäß meinen Ergebnissen mit *Nicotiana rustica* auf den Einfluß der Plazenten. Untersucht wurden gleichzeitig *Pawlownia imperialis* (Material vom Lido bei Venedig) und ein *Verbascum* (Botanischer Garten Genua), dessen vorjähriger Fruchtstand keine Bestimmung mehr erlaubte. Es zeigte sich im Gewächshaus bei Aufstellung am Lichte eine starke Verspätung der Kapselkeimlinge. Nach 8 Tagen hatten bereits 31 % der freiausgesäten *Verbascum*-Samen gekeimt, von den in den Kapseln verbliebenen nicht ein einziger. Entsprechend waren die Keimprozente bei *Pawlownia* 28 und 0. Erst am 9. Tage zeigten sich in den Kapseln des *Verbascum* und erst am 10. auf der Kapselwandung (noch nicht auf den Plazenten!) der *Pawlownia* die erste Keimung.

An diesem Tage übertrug ich die Versuchsschalen in den Wärmeschrank und war überrascht, daß nach zwei weiteren Tagen von dem bisher zutage getretenen Entwicklungsunterschied nichts mehr zu sehen war. Die jungen Pflänzchen schossen jetzt lebhaft aus den *Verbascum*-Kapseln und besonders aus den Plazenten der *Pawlownia* hervor und entwickelten sich dort sogar zu besonderer Üppigkeit.

Bei dem Versuche, zu einer Deutung des Ergebnisses zu gelangen, ist zu berücksichtigen, daß die Temperatur im Wärmeschrank dauernd 30° betrug, während sie im Gewächshaus um 25° schwankte, ferner daß eine Übertragung ins Dunkle stattfand. Maßgebend kann demnach für das verschiedene Verhalten der Samen gewesen sein:

1. Der Gegensatz von Licht und Dunkelheit,
2. Die absolute Temperaturhöhe,
3. Die Temperaturschwankung oder -gleichheit.

Dies ist noch weiter zu prüfen. Wahrscheinlich enthalten die Plazenten auch hier eine Hemmungssubstanz, deren Wirkung bei besonders günstigen Keimungsbedingungen nicht mehr zum Ausdruck gelangt, oder aber sich in ihr Gegenteil verwandelt.

Andere Dikotylen.

Salix caprea.

Die Samen von *Salix caprea* wurden von den am Funiculus sitzenden Haaren befreit und dann je zwei Samen in leere, noch grüne, aber trockene Kapseln der Mutterpflanze am Grunde der beiden Fruchtblätter eingelegt. 12 so behandelte Kapseln wurden in einer Reihe in einer Petrischale auf feuchtem Filtrierpapier ausgelegt, links und rechts davon je eine Reihe freier, ebenfalls enthaarter Samen.

Bereits am Tage nach der Aussaat zeigten sich sämtliche Samen gekeimt, in der Entwicklung zeigte sich auch weiterhin kein Unterschied. Die Kapseln von *Salix caprea* üben demnach auf die Keimung der Samen keine hemmende Wirkung aus.

Schließfrüchtige.

Versuche mit *Tagetes erecta* und *Senecio vulgaris* ergaben keine wesentliche Beeinträchtigung in der Keimung der Achänen durch die Substanzen des Fruchtbodens und des Involucrums. Dagegen keimten die Früchtchen der *Potentilla argentea* auf den Fruchtböden zu 12·5 %, frei ausgesät zu 31 %, auf den Blättern sogar zu 38 %. Dies scheint mir dafür zu sprechen, daß die Untersuchungen, die in jüngster Zeit von Lumière[1] über die keimungshemmende Wirkung toter Blätter angestellt wurden, keine ganz allgemeine Geltung besitzen und jedenfalls diese nicht geeignet erscheint, als allgemeines Erklärungsprinzip für die hier behandelten Hemmungserscheinungen zu dienen.

E. Monokotylen.

Über Keimungshemmung bei monokotylen Samen besitze ich noch fast keine Erfahrungen. Samen der *Funkia ovata* keimten außerhalb der Kapseln zu 100 %, während die Kapselsamen fast sämtlich der Fäulnis zum Opfer fielen. Ein dort keimfähig gebliebener Same keimte wesentlich später als die frei ausgesäten.

F. Keimungshemmung in Antheren.

Im Laufe der Untersuchung kam mir der Gedanke, ob nicht vielleicht auch manche Antheren in ihren Pollenfächern Einrichtungen besitzen möchten, die einer vorzeitigen Keimung des Pollens vorbeugen. Dies erscheint besonders bei solchen Pflanzen der Prüfung wert, deren Pollen sich im gewöhnlichen Wasser zur Keimung bringen läßt. (*Plantago* nach Molisch, *Nicotiana, Galeobdolon luteum, Lysimachia Nummularia, Agapanthus* nach Strasburger). Es gelang mir der Nachweis einer solchen Hemmung bei *Galanthus nivalis*, wo der Pollen in 2 % Zuckerlösung nur abseits von den Antheren Keimschläuche bildete, den Antheren aufliegend dagegen in demselben Tropfen ungekeimt blieb. Ich hoffe, über derartige Versuche später mehr berichten zu können.

An dieser Stelle möchte ich auch einige Worte über etwaige Keimungshemmungen bei den Sporen der Pilze anschließen, die ich nicht in die Untersuchung einbezogen habe. Wie bekannt, keimen die Sporen von *Taphrina-* und *Exoascus-*Arten häufig schon in den Schläuchen zu Konidien aus. Über die Bedingungen dieser Keimung sind wir durch Sadebeck[2] für *Exoascus Johansonii* unterrichtet. Dieser Autor konnte nämlich zeigen, daß die Sprossung in den Schläuchen bei trockener Witterung unterbleibt, bei feuchter Luft dagegen eintritt. Hier scheint demnach kein Hemmungsstoff im *Ascus* vorhanden zu sein. Dagegen sind weitere Ascomyceten und die Fruchtkörper besonders der Gastromyceten gewiß einer Prüfung wert.

---

[1] Lumière Aug., Action nocive des feuilles mortes sur la germination. C. R., Paris 1921, *172*, p. 232 bis 234.

[2] Sadebeck R., Beobachtungen und kritische Bemerkungen über die Exoascaceae. Ber. der Deutschen bot. Ges., 1895, Bd. XIII, p. 265 bis 280.

Theoretische Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit ging von der Anschauung aus, daß die Behälter von Fortpflanzungskörpern außer ihrer typischen Funktion, die in der Erzeugung der Fortpflanzungskörper besteht, auch die Fähigkeit besitzen, diese vor einer vorzeitigen Keimung zu bewahren.

Fragen wir nun, wodurch dies erreicht wird, so zeigten sich drei grundsätzlich verschiedene Mittel, die das Unterbleiben der Keimung in den Behältern der Mutterpflanze zur Folge haben:

1. Wasserentziehung
   a) durch Unterbrechung der Zuleitung flüssigen Wassers,
   b) durch osmotisch wirksame Stoffe;
2. Die Erzeugung von Hemmungssubstanzen;
3. Der Abschluß vom atmosphärischen Sauerstoff.

Das Mittel der Wasserentziehung ist von außerordentlicher Wirksamkeit, weil es den keimungsbereiten Embryo zugleich eines unentbehrlichen Quellungs-, Nahrungs- und Transportmittels beraubt und so dreifach wirksam ist. Demgemäß finden wir es vielfach allein angewendet und dürfen uns nicht wundern, daß viele trockene Früchte von einer Hemmungssubstanz nichts erkennen lassen. Da das Wasser der atmosphärischen Niederschläge jedoch in diesen Fällen zur Keimung führen könnte, finden wir die trockenen Behälter, soweit sie aufrechtstehen und nicht aufreißen, in der Regel durch Deckelbildungen (Peristome usw.) geschützt.

In einigen Fällen finden wir das Mittel des Wasserentzuges mit der Ausbildung von Hemmungsstoffen gleichzeitig angewendet. Hier liegt ein besonders wirksamer Schutz vor. Es scheint mir bemerkenswert, daß solche Fälle sich besonders ausgeprägt bei den Solanaceen finden, einer Familie, die auch Vertreter mit fleischigen Früchten besitzt, in denen Hemmungsstoffe angetroffen werden.

Daß ein Auskeimen keimfähiger Fortpflanzungskörper in fleischigen Behältern unterbleibt, kann, wie sich zeigte, in einigen Fällen durch osmotischen Wasserentzug bedingt sein. In den meisten Fällen finden wir jedoch Hemmungssubstanzen, deren Wirksamkeit, wenn die Fortpflanzungskörper im Innern des Behälters eingeschlossen sind, durch Sauerstoffabschluß noch verstärkt erscheint. Vielleicht finden sich auch Fälle, wo alle drei Faktoren zusammenwirken. Im ganzen dürfen wir behaupten, daß die Fortpflanzungskörper der Pflanzen gegen frühzeitige Keimung an der Mutterpflanze außerordentlich wirksam geschützt sind. Da in feuchtwarmen Klimaten das Mittel des direkten Wasserentzuges wenig anwendbar erscheint, so ist zu erwarten, daß eine vergleichende Untersuchung über die Verbreitung keimungshemmender Substanzen in verschiedenen Klimaten solche in feuchtwarmen Gebieten am verbreitetsten, in Steppen und Wüsten aber am seltensten nachweisen wird.

Die Literatur über Hemmungsstoffe im Pflanzenorganismus.

Wenn in dieser Arbeit im Sinne Molischs besondere »Hemmungssubstanzen« zur Erklärung von Keimungshemmungen herangezogen werden, ohne daß es bisher versucht wurde, solche chemisch zu isolieren, so ist dies eine Möglichkeit, von der viele Forscher bereits Gebrauch gemacht haben. Wiesner (l. c.) stützt sich bei der Annahme von Hemmungsstoffen in der Mistelbeere schon auf ältere Arbeiten von Loew und Zopf. Jäger[1] prägte zur Erklärung der »Rübenmüdigkeit« des Bodens den Begriff des »Selbstgiftes«, Reinitzer[2] sprach von Ermüdungsstoffen und Loew erklärte sich die wachstumshemmmende Wirkung des Lichts durch Bildung solcher Substanzen. Es ist ferner bereits seit langem bekannt, daß Pilze in Nährlösungen, in denen sie selbst längere Zeit kultiviert wurden, durch solche »Selbstgifte« geschädigt werden und es ist eine bemerkenswerte Analogie zu den von uns erschlossenen Hemmungssubstanzen, wenn nach Nikitinsky[3] zuweilen auch das Gegenteil beobachtet wird. Statt der Hemmungswirkung fand dieser Forscher in Gefäßen, in denen *Aspergillus niger* schon vorher kultiviert worden war, eine auffallende Vermehrung der Trockensubstanz bei den später dort wachsenden Myzelien dieses Pilzes.

Zu einem Verständnis der Erscheinungen, um die es sich bei unseren »keimungshemmenden Substanzen« mit Wahrscheinlichkeit handeln dürfte, gelangen wir jedoch nur auf Grund einer Kenntnis der Arbeiten die sich mit der »negativen Katalyse« beschäftigen.

Viele organische Substanzen, die in den Organismen ungemein verbreitet sind, wirken nach Bigelow[4] verlangsamend auf chemische Reaktionen ein. Es ließ sich zeigen, daß Spuren von Mannit, Glyzerin, Benzolderivaten die Oxydationsgeschwindigkeit von Natriumsulfit herabsetzen. Nach Young[4] wirken Alkaloide verlangsamend auf die Oxydation von Zinnchlorür ein. Nach Czapek[4], dessen Darstellung wir hier folgen, soll eine Oxydationshemmung in geotropisch gereizten Wurzelspitzen stattfinden. Die Annahme von negativen Katalysatoren erscheint nach Czapek sogar als theoretische Notwendigkeit. Er schreibt darüber:

»Bei weiterer Umschau in dem Heer der chemischen Erscheinungen, die wir in den organischen Wesen beobachten, wird es in der Tat sehr wahrscheinlich, daß nicht nur den Katalysatoren

---

[1] Jäger G., Über Ermüdungsstoffe der Pflanzen. Ber. der Deutschen bot. Ges., 1895, XIII, p. 70 bis 72.

[2] Reinitzer Fr., Über Ermüdungsstoffe der Pflanzen. Ber. der Deutschen bot. Ges., 1893, Bd. XI, p. 532 bis 537.

[3] Nikitinsky, Beeinflussung der Organismen durcheinander. Jahrb. für wiss. Bot., *30*, 1904. Zitiert nach Grafe V., Chemie der Pflanzenzelle. Berlin 1922, p. 177.

[4] Czapek Fr., Antifermente im Pflanzenorganismus Ber. der Deutschen bot. Ges., 1903, Bd. XXI, p. 231 ff.

der Zelle, den Enzymen, eine wichtige Rolle zukommt, sondern daß eine wichtige Gruppe von Vorgängen im Stoffwechsel unserer Entdeckung harrt, welche in der Verzögerung der Reaktionen, in der Herabsetzung der Geschwindigkeit verschiedener chemischer Reaktionen im Organismus besteht. Der Begriff des Organismus als selbstregulierender Mechanismus, wie die Physiologie der neueren Zeit ihn allmählich herangebildet hat, würde uns die Annahme von Reaktionsverzögerungen theoretisch nahelegen, selbst wenn wir noch ohne jede Kenntnis von einschlägigen Erscheinungen wären.«

Es scheint mir hiernach mehr als eine unbegründete Vermutung zu sein, wenn ich glaube, daß auch die hier erschlossenen Hemmungssubstanzen in den Kreis dieser Erscheinungen sich werden eingliedern lassen. Ist es doch höchst unwahrscheinlich, daß die Mutterpflanze die eigenen Fortpflanzungskörper durch eigentliche Selbstgifte schädigt. Bedenken wir auch, daß die Keimung, chemisch betrachtet, u. a. in Oxydationsprozessen besteht, deren Zurückdrängung durch Antioxydasen oder andere Stoffe von negativ katalytischer Wirksamkeit eine befriedigende Erklärung der hier beschriebenen Hemmungserscheinungen liefern könnte.

Über diese Andeutungen möchte ich in chemischer Beziehung nicht hinausgehen und zum Schlusse nur noch betonen, daß gerade in der keimungsphysiologischen Literatur der letzten Zeit mehrfach von Hemmungsstoffen die Rede war. Neger[1] schreibt der Flüssigkeit, in der die Konidien einer *Pestalozzia*-Art von dem Myzel der Mutterpflanze abgeschieden werden, eine keimungshemmende Wirkung zu, Zlataroff[2] fand, daß Samen von *Cicer arietinum* in der Keimung durch die eigenen Stoffwechselendprodukte beeinträchtigt werden. Gassner[3] nimmt an, daß die Wirkung des Lichtes auf lichtgehemmte Samen in der Aktivierung eines »äußeren Hemmungsprinzips« zu erblicken sei und Magnus[4] gelang es sogar, bei *Phacelia tanacetifolia* einen derartigen Hemmungsstoff aus den Samen zu isolieren. Auch Simon[5] ist hier zu nennen.

---

[1] Neger, Keimungshemmende und keimungsfördernde Stoffwechselprodukte. Naturw. Wochenschr., Neue Folge, XVII, p. 141 bis 142.

[2] Zlataroff A., Über das Altern der Pflanzen. Zeitschr. für allg. Physiologie, XXII. Bd., 2. Heft, 1916.

[3] Gassner G., Beiträge zur Frage der Lichtkeimung, Zeitschr. für Bot., 1915, p. 609 ff.

[4] Magnus W., Hemmungsstoffe und falsche Keimung. Ber. der Deutschen bot. Ges., 1920, p. (19) bis (20).

[5] Simon S. V., Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung der Keimlinge von *Bruguiera eriopetala*. Ber. der Deutschen bot. Ges., Bd. XXXIX, 1921, p. 165 ff.

Ergebnis für die angewandte Botanik.

Für den Praktiker entbehrt der Nachweis von Hemmungsstoffen in Früchten nicht des Interesses. Der zuweilen günstige Einfluß, den das Waschen der Samen auf die Keimkraft ausübt (Kinzel), erhält hier eine theoretische Begründung, ebenso dürfte für den schädlichen Einfluß, den Nobbe[1] bei Samen des Weinstocks hinsichtlich der Keimfähigkeit beobachtete, wenn diese in den einschrumpfenden Beeren nachreiften, durch die vorliegende Arbeit eine Erklärungsmöglichkeit gewonnen sein, falls er nicht auf Alkoholbildung beruhte.

Zusammenfassung.

Die Erfahrung, daß die meisten Samen in den Früchten nicht keimen, während sie, diesen entnommen, auf Sand oder Filtrierpapier leicht zur Keimung veranlaßt werden, führte Molisch zur Aufstellung eines bisher nicht im Zusammenhange behandelten Problems: Warum unterbleibt die Keimung von Fortpflanzungskörpern in den Behältern der Mutterpflanze?

Die vorliegende Arbeit ist der Versuch einer experimentellen Lösung des Problems. Es zeigt sich, daß das Unterbleiben der Keimung auf drei Ursachen beruht: Wassermangel, Sauerstoffmangel und Hemmungsstoffen.

Während einige Fortpflanzungskörper bei Aussaat auf feuchtem Filtrierpapier ebenso willig bei Gegenwart von Frucht-, bzw. Sporangiensubstanz der eigenen Art keimen wie bei Abwesenheit solcher Substanz (Samen von *Phaseolus vulgaris, Lupinus luteus, Lepidium, Cheiranthus Cheiri, Salix caprea),* zeigen andere sehr bedeutende Keimungshemmungen unter den gleichen Bedingungen (z. B. Brutkörper von *Marchantia polymorpha* in den Bechern, Sporen von *Funaria hygrometrica,* Samen von *Solanum Lycopersicum, Nicotiana rustica Capsicum annuum, Cucumis sativa, Lagenaria vulgaris* u. a.).

Besonders für *Solanum Lycopersicum* und *Nicotiana rustica* wird gezeigt, daß diese Hemmungswirkung der Fruchtsubstanz ihrer Masse proportional ist. Da die Wirkung der Fruchtsubstanz durch Erhitzen auf 100° bei *Solanum Lycopersicum* geschwächt wird, fallen hier andere Erklärungsmöglichkeiten fort und die Annahme von Hemmungsstoffen wird zur Notwendigkeit. Bei den anderen Objekten der zweiten Kategorie darf das Vorhandensein derartiger Substanzen als sehr wahrscheinlich gelten.

---

[1] Nobbe Fr., Untersuchungen über die Anzucht des Weinstocks aus Samen. Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 30, 1884, p. 229 bis 240.

Die bisher in der Literatur beschriebenen Versuche über Keimung von Samen in der Frucht beziehen sich nur auf Leguminosen. Sie erweisen sich als methodisch unzulänglich und erlauben keine Schlüsse. Ihre Methodik wird durch eine einwandfreiere ersetzt, die sich je nach der Größe und dem Feuchtigkeitsgehalt der Objekte verschieden gestaltet.

Eine chemische Gewinnung der Hemmungsstoffe wurde bisher nicht versucht. Jedoch führt eine Betrachtung der Literatur zu der vorläufigen Arbeitshypothese, daß es sich um »negative Katalysatoren« handle, und zwar um solche, die auf die für die Keimung wesentlichen Oxydationsprozesse verlangsamend einwirken. Ob die Wirkung der Hemmungsstoffe als spezifisch zu betrachten ist, wurde bisher nicht näher geprüft.

Nachtrag.

Weitere Versuchsergebnisse: *Lonicera tatarica* lieferte bei freier Aussaat nach 13 Tagen die ersten Keimlinge, im Fruchtsaft ging der erste Same erst nach 43 Tagen auf. Für *Lonicera Xylosteum* ließ sich ebenfalls Hemmung durch eigenen Fruchtsaft nachweisen (Hemmungsreihe).

Bei *Solanum Lycopersicum* (Leonhards *Ambrosia*) untersuchte ich, ob der Saft unreifer Früchte verschiedener Stadien keimungshemmend auf reife Samen wirke und fand, daß dies selbst bei solchen Früchten nicht der Fall ist, die schon keimfähige Samen enthalten. Erst im letzten Stadium der Fruchtreife bildet sich demnach der Hemmungsstoff aus. Auf eine eingehende Darstellung der Versuche muß im Augenblick verzichtet werden.

Berlin-Lichterfelde, den 8. XI. 1922.



Lagenaria vulgaris.

Rechts oben: Schale *A*. Ungewaschene Samen auf Fruchtfleisch keimen nicht.
Unten: Schale *B*. Ungewaschene Samen auf Filtrierpapier keimen schlecht.
Links oben: Schale *C*. Gewaschene Samen auf Filtrierpapier keimen gut.



Cucumis sativa.

Rechts oben: Schale *A*. Gewaschene Samen auf Fruchtteilen keimen nicht.
Links oben: Schale *B*. Ungewaschene Samen auf Filtrierpapier keimen schwach.
Unten: Schale *C*. Gewaschene Samen auf Filtrierpapier keimen gut.



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Was ist *Spondylostrobus Smythii* F. v. Mueller?

Von

B. Kubart in Graz

(Mit 1 Tafel und 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1922)

Der um die floristische Erforschung seiner zweiten Heimat Australien hochverdiente Deutsche B. F. v. Mueller berichtet auf p. 7 der 1. Dekade seiner »Observations« (Mueller III) vom Jahre 1874, daß er schon im »Geol. Magazine« des Jahres 1870 dieses Fossil erwähnt habe. Mueller bezeichnete in dieser vorläufigen Mitteilung des »Geol. Magazine« mit dem Namen *Spondylostrobus Smythii* Früchte. Aber erst in der bereits erwähnten 1. Dekade seiner »Observations« brachte er auf p. 7 ff. die volle Diagnose der neuen Gattung und Art. Auch hier versteht Mueller unter dem Namen *Spondylostrobus Smythii* nur diese »Koniferen«-Früchte aus den Tonen von Haddon. P. 27 derselben Arbeit (Mueller III) erwähnt Mueller dann einen weiteren Fundort für diese Früchte, Orange in Neu Süd-Wales. Gleichzeitig bezieht er sich auf seine vorläufige Notiz im Geologischen Magazin, gibt aber hiefür an dieser Stelle das Jahr 1871 an. Welche Jahresangabe, ob letztere oder die von p. 7 mit 1870 richtig ist, kann ich bei der Unmöglichkeit der Einsichtnahme der betreffenden Zeitschrift nicht entscheiden, sie ist aber glücklicherweise nomenklatorisch ohne Belang. Im übrigen sei bemerkt, daß Mueller noch hinzufügt, er habe auch in R. Brough Smyths Reports of Mining Surveyors von 1871, März, Taf. I, über dieses Fossil Mitteilung gemacht.

In der II. Dekade seiner »Observations«, erschienen 1883, meldet Mueller die Auffindung von *Spondylostrobus*-Früchten[1] in Tasmanien und stellt nun auch Blätter, die am gleichen Fundorte ge-

[1] Im »Annual report of the department of mines, New South Wales, for 1878« meldet B. F. v. Mueller *Spondylostrobus Smythii*-Früchte auch aus Gulgong, Neu Süd-Wales.

funden wurden, zu *Spondylostrobus* (p. 13). Gleichzeitig vermutet er, daß »the fossil pine-wood, gathered at the localities, at which *Spondylostrobus*-fruits were obtained, will prove conspecific«. Dies führt er dann auch p. 22 derselben Arbeit kurzerhand durch, indem er schreibt »the huge fossil stems... noticed in the auriferous drifts at Haddon, are assumed by the writer to belong to *Spondylostrobus*, with the fruits of which this wood is there associated«.

Nacheinander hat also F. Mueller mit dem Namen *Spondylostrobus Smythii* Früchte, Blätter und Holzreste belegt, den Beweis über deren Zusammengehörigkeit hat aber Mueller an keiner Stelle wissenschaftlich exakt erbracht; denn ein Zusammenvorkommen kann unter Umständen eine wertvolle Ergänzung des Beweises der Zusammengehörigkeit darstellen, kann aber nie als Beweis selbst angesehen werden.

I. Das Holz.

Mir liegt ein Stück Holz vor, das ich in den Sammlungen der Wiener geologischen Reichsanstalt[1] gefunden habe und das zwei von Mueller geschriebene Etiketten trägt. Der Text der einen lautet: »Phytologic Museum of Melbourne. *Spondylostrobus Smythii* F. v. Mueller. Im Pliozän von Ballarat[2] bedeutend tief überflossen von Basalt.« Auf der zweiten Etikette steht derselbe Name und dann noch die Bemerkung: »Stämme sehr lang und bis 3 Fuß Durchmesser«.

Das Holzstück ist 17 *cm* lang, 10 *cm* breit und 3 *cm* dick und stellt eigentlich einen tangentialen Ausschnitt aus einem mächtigen Baumstamme dar, denn die außerordentlich deutlich sichtbaren Zonen der Jahresringe zeigen eine sehr geringe Krümmung, was mit der Angabe Muellers, daß die Stämme bis 3 Fuß = rund 90 *cm* Durchmesser haben, vollends übereinstimmt. Das Holz zeigt keine besonderen Spuren von Fossilisation, nur daß es kastanienbraun geworden ist und es läßt sich daher ohne weiteres mit dem Rasiermesser schneiden. Bei dieser ausgezeichneten Erhaltung ist auch ohne weiteres zu verstehen, daß die Bergleute von Ballarat, wie Smyth in der Einleitung zu den Observations von 1874, p. 5, berichtet, »were surprised to find in the darkblue and black clays overlying the auriferous drifts, large trees, some in such perfect preservation as to admit of the wood being converted to use«.

Mueller beschreibt das Holz als ein Koniferenholz und reiht es in *Cupressinoxylon* im Sinne Goepperts ein. Damit hat Mueller Recht gehabt und mehr kann man von ihm billigerweise für damalige Zeit nicht erwarten. Dazu kommt eine Schwierigkeit,

---

[1] Jetzt: Geologische Staatsanstalt.

[2] Identisches Fundortsgebiet mit Haddon?

auf die wir noch zurückkommen werden: Die Markstrahlen sind so vollgefüllt mit einer braunen, harzigen (?) Masse, daß die Feststellung der Art der Markstrahltüpfelung im höchsten Maße erschwert ist. Die diesbezüglichen Angaben und Zeichnungen seiner Taf. XX sind auch vollends unrichtig.

Der Querschnitt (Photo 1) des Holzes zeigt normale Jahresringe, wie wir sie bei einem Koniferenholze unserer Gegenden zu sehen gewohnt sind. Die Breite des Jahreszuwachses erreicht an dem vorliegenden Stücke bis gegen 2 *mm*. Auf den ersten Blick ersieht man, daß das Holz nur aus Tracheiden, Holz(Harz-)parenchymzellen und Markstrahlen zusammengesetzt ist. Die Tracheiden sind vollends reihig angeordnet und in jedem Jahresring bildet das Frühholz mit der Übergangszone die Hauptmasse des Holzes, während das eigentliche Spätholz auf einige wenige Tracheidenreihen beschränkt ist. Der Übergang vom Frühholz zum Spätholz erfolgt sehr langsam, wie übrigens an Photo 1 ausgezeichnet zu ersehen ist. In den letzten Reihen der Spätholztracheiden finden sich Radial- und Tangentialhoftüpfel, sonst sind nur Radialhoftüpfel festzustellen. Das Holzparenchym ist bis auf das erste Frühholz, das so gut wie frei von Holzparenchym ist, gleichmäßig über den Jahresring verteilt, nur manchmal sieht es aus, als ob im Spätholz eine Häufung des Holzparenchymes eintreten würde. Überdies bilden die Holzparenchymzellen gern eine Art tangentialer Bänder, wie dies z. B. auch in Photo 1 einigermaßen zur Geltung kommt. Ich kann aber nicht behaupten, daß dies ein spezifisches Merkmal von *Spondylostrobus* darstellt. Die Harzparenchymzellen sind vollends mit der gleichen braunen Harzmasse erfüllt wie die Markstrahlen und diese Tatsache behindert am Querschnitt jeden weiteren Einblick, so daß wir uns mit den am Radialschnitte gewonnenen Beobachtungen begnügen müssen, die aber, wie wir sehen werden, für diesen Fall genügen.

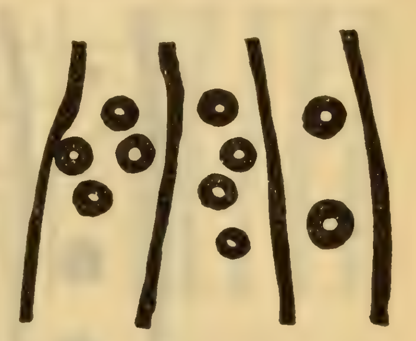


Fig. 1. »Opponierte« und »alternierende« Stellung der Hoftüpfel an den Radialwänden der Tracheiden.

Die Hoftüpfel stehen an der Radialseite der Tracheiden normalerweise in einer Reihe (Photo 2), und zwar einzeln oder mehr minder in Gruppen bis Reihen zusammen, aber nur ab und zu finden sich Stellen, wo mehrere Hoftüpfel einander »opponiert« oder miteinander in »Alternation« sind, in beiden Fällen sich gewöhnlich jedoch nicht berührend (Fig. 1), wenn auch das Gegenteil vorkommt. Eine »araukarioide« Verteilung der Hoftüpfel ist aber absolut nicht vorhanden und auch von einer direkt opponierten Stellung der Hoftüpfel kann man nicht sprechen. Ganz im Gegenteil scheinen die Hoftüpfel überhaupt recht sparsam vorhanden zu sein. Ab und zu findet man auch ober- und unterhalb der Hoftüpfel Streifen

(Photo 2), die man als Sanio'sche Streifen ansprechen muß, ihr Auftreten ist aber sehr selten. An den Hoftüpfeln des Frühholzes fällt gewöhnlich eine vom Torus ausgehende radiale Streifung der Schließhaut auf, ähnlich dem Bilde, wie es etwa Wilhelm in den Rohstoffen p. 8 für *Abies pectinata* und *Larix europaea* gibt. Die Höhe und Breite der Hoftüpfel des ersten Frühholzes beträgt etwa 19×21 μ, des letzten Spätholzes 8×10 μ in beiden Massen. Die Tracheiden selbst weisen weder Spiralverdickungen noch Spiralstreifung auf, ihre Wände sind vollends glatt. An mehreren Stellen habe ich auch Sanio'sche Balken, wie sie C. Müller näher beschrieben hat, beobachtet.

Holzparenchym ist, wie schon vorher erwähnt wurde, recht häufig und seine Zellen sind mit einer braunen Masse erfüllt. Die

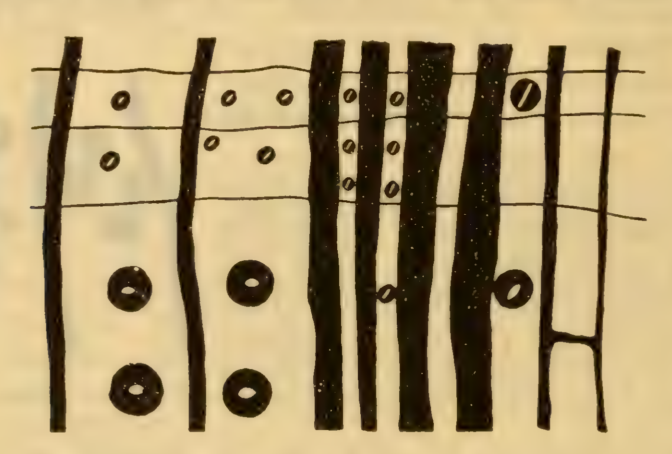


Fig. 2. Radialschnitt mit Frühholz und Spätholz.

einzelnen Zellen des Holzparenchymes sind verschieden lang, seine Querwände sind unverdickt (Photo 3 und Fig. 2), deren Beobachtung ist aber durch die anlagernden braunen Harz(?)massen oft sehr erschwert, zumal auch durch letztere häufig genug »Querbrücken« in den Zellen gebildet werden, die wirklichen Querwänden zum Verwechseln ähnlich sehen. Die Mueller'schen (l. c. IV, Taf. XX, Fig. 2 und 4) querwandlosen Holzparenchymzellen sind daher unrichtig gezeichnet, das Vorkommen von Querwänden ist einwandfrei festzustellen, wie auch aus den beigefügten Abbildungen (Photo 3 und Fig. 2) ohne weiteres ersichtlich ist. Die Wände des Holzparenchymes zeigen die übliche Tüpfelung, d. i. einseitige Hoftüpfel (Photo 3) mit spaltenförmigem Tüpfel auf der Holzparenchymseite, die aber mit 5 μ Durchmesser noch kleiner sind als die Hoftüpfel des Spätholzes. Die Größe dieser Holzparenchymtüpfel bleibt sich gleich, ob das Holzparenchym im Frühholz oder Spätholz ausgebildet ist.

Harzgänge waren am Querschnitte nicht zu sehen, sie finden sich auch nicht am Radialschnitte, weder im Holze noch in den Markstrahlen, man sieht nicht einmal zu Gruppen zusammengefaßte kurzzellige Holzparenchymzellen als Vorboten von Harzgängen.

Die Markstrahlen sind rein parenchymatisch mit glatten Wänden und sind zur Gänze mit der gleichen braunen, strukturlosen Masse erfüllt wie die Holzparenchymzellen, welche homogene Ausfüllung aber durch bläschenförmige Hohlräume unterbrochen ist. Dieses Bild hat Mueller (l. c. IV) in Fig. 2, aber auch 4 seiner Taf. XX richtig wiedergegeben, es ist das gleiche Bild, wie man es im Holzparenchyme sieht. Von den wichtigen Markstrahltüpfeln ist aber keine Spur zu sehen, denn die braune Masse, die nicht bloß durch die lange Zeit, sondern ganz besonders wohl auch durch die Hitzewirkung bei dem seinerzeitigen Überdecktwerden des Holzes vom vulkanischen Materiale nachgedunkelt sein mag, ist viel zu undurchsichtig, um dies zu gestatten. Mit radial zerschnittenen Markstrahlen zu arbeiten ist aber — meiner Auffassung nach — eine mißliche Sache, da so viel zu leicht bereits angeschnittene Markstrahltüpfel zu Mißdeutungen führen können. Mit vieler Mühe gelang es mir aber, an einzelnen lichteren Stellen bei starker Beleuchtung im Kreuzungsfelde Hoftüpfel festzustellen und diese nicht ganz klaren Beobachtungen bestimmten mich um so mehr alles zu versuchen, irgendwie das »Harz« zu lösen und nicht mit angeschnittenen Markstrahlen, die mir da und dort im Kreuzungsfelde »eiporige« Bildungen anzudeuten schienen, meine Untersuchung sich begnügen zu lassen. Bernstein als fossiles Harz löst sich in Alkohol, so erwartete ich dies auch hier, aber mehrtägiges Liegenlassen von Schnitten in Alkohol wie auch stundenlanges Kochen von Schnitten in Alkohol blieben erfolglos, vielleicht der Zellwände und der Kürze der Zeit wegen.[1] Erst mehrtägiges Einlegen von Schnitten in Chloroform und nachherige Aufhellung in Glyzerin brachte einige Kreuzungsfelder in einiger Reinheit zur Beobachtung — an diesen Stellen dürfte das »Harz«[2] aufgelöst worden sein — so daß ohne Zweifel, wie auch die Photos 4 und 5 und Fig. 2 und 3 zeigen, als feststehend angesehen werden kann, daß sowohl im ersten Frühholz

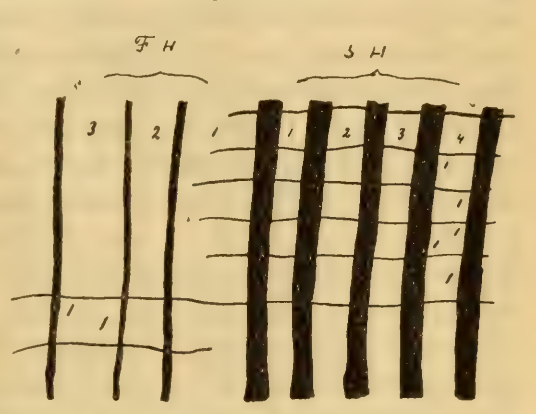


Fig. 3. Skizze zur Erläuterung der beiden Photos 4 und 5. Näheres in der Tafelerklärung.

[1] Aber selbst nach mehr als 5 Monaten zeigten in Alkohol liegende Schnitte keine Auflösung des Inhaltes der Markstrahl- und Holzparenchymzellen.

[2] Diese Tatsache, wie auch der Mißerfolg mit Schnitten, die viele Monate in Alkohol lagen, ließen mich nicht ruhen, der Natur dieses braunen Inhaltsstoffes nachzuspüren. Leider gibt es keine spezifischen Harzreaktionen (Molisch, Mikrochemie, II. Aufl., p. 167). Da aber schon kleinere Splitter des fossilen Holzes beim Verbrennen einen typischen Akroleingeruch verbreiten und auch mit Osmiumsäure eine mehr minder deutliche Schwärzung des braunen Inhalts zu erreichen war, so dürfte es sich hier wohl um Fettstoffe und nicht um Harz handeln. Damit würde

(Photo 4) als auch im letzten Spätholz (Photo 5) in jedem Kreuzungsfeld typisch einseitige Hoftüpfel mit steil orientiertem Porus vorhanden sind. Als ihre gewöhnliche Zahl ist im Frühholz 1 bis 2 anzusehen, auch 3, selbst 4 können es wohl manchmal sein, das hängt mit der Größe des Kreuzungsfeldes zusammen, bedingt durch die Tracheiden und Markstrahlen, und diese sind Schwankungen unterworfen. So können z. B. einstöckige Markstrahlen sehr hoch und auch sehr niedrig sein und das bedingt im ersteren Falle mehrere Tüpfel im Kreuzungsfelde, im letzteren selbstredend weniger. Die Feststellung der Markstrahltüpfelung ist für die Bestimmung das Ausschlaggebende, wie wir sofort feststellen werden, aber ohne die Ergebnisse der Xylopaläontologie der letzten 20 Jahre müßten wir trotzdem bei *Cupressinoxylon* wie Mueller stehen bleiben. Die Markstrahlen sind, wie der Tangentialschnitt zeigt, regelmäßig einreihig, nur selten kommt eine Art Zwei(Mehr-)reihigkeit (Photo 6) zur Ausbildung, gewöhnlich so, daß der obere Teil des Markstrahles zwei(mehr-)reihig, der untere aber normal einreihig ist oder umgekehrt; aber auch in der Mitte des Markstrahles tritt ab und zu Mehrreihigkeit auf. Die Höhe der einzelnen Markstrahlzellen variiert entsprechend der gerade vorher gemachten Angabe, beträgt aber in gewöhnlichen mehrstöckigen Markstrahlen etwa 13·5 bis 19 μ, die Breite 10 bis 16 μ, gemessen am Tangentialschnitte. Es wurden bis 18stöckige Markstrahlen festgestellt.

Durch die Art der Stellung der Hoftüpfel an den Radialwänden der Tracheiden sind araukarioide Hölzer — d. i. *Dadoxylon* — ausgeschlossen. Die durchwegs glatten Markstrahlwände schließen die Hölzer mit Abietineen und *Juniperus*-Tüpfelung wie auch *Saxegothaea* aus und es bleiben nur mehr noch folgende 3 Reihen übrig:

I. *Taxoxylon (Taxus, Cephalotaxus, Torreya);*
II. *Cupressinoxylon, Taxodioxylon—Glyptostroboxylon;*
III. *Podocarpoxylon—Phyllocladoxylon—Sciadopitys.*

Die Reihe I kommt wegen des Mangels von Spiralverdickungen an den Tracheiden auch sofort außer Betracht und die *Cupressinoxylon*-Reihe fällt durch die bei *Spondylostrobus* auch im Frühholz so typische steile Stellung und schmale Gestalt des Porus der Markstrahltüpfel. Nachdem es sich in unserem Falle um ein jungtertiäres Holz handelt, so können wir überdies wohl auch trotz eventueller Bedenken pflanzengeographische Tatsachen aus der Jetztzeit ins Treffen führen, wobei wir feststellen, daß von den zu

---

die geringe oder überhaupt ausbleibende Löslichkeit in Alkohol und die bessere Löslichkeit in Chloroform vollends übereinstimmen, überdies auch das ganz gleichartige Bild, das Fettstoffe enthaltende Markstrahlen- und Holzparenchymzellen rezenter Hölzer nach Behandlung mit Osmiumsäure bieten und das mit dem von *Spondylostrobus* gebotenen Bild der Markstrahlen- und Holzparenchymzellen ausgezeichnet übereinstimmt.

Cupressinoxylon im heutigen Sinne zu stellenden Gattungen — *Taxodioxylon* und *Glyptostroboxylon* kommen überhaupt nicht in Betracht — nur *Callitris incl. Frenela* und *Widdringtonia, Libocedrus* und *Actinostrobus* als derzeitige Mitglieder des australischen Florengebietes auch in den Kreis unserer Betrachtungen und Feststellungen gezogen werden könnten. Die Tüpfelungsverhältnisse ihrer Kreuzungsfelder sprechen aber auch gegen diese Möglichkeit und so bleibt die dritte Reihe *Podocarpoxylon—Phyllocladoxylon—Sciadopitys* allein übrig, ersteres *Podocarpus* und *Dacrydium* umfassend und im Kreuzungsfelde 1 bis 2, selten mehr schmalspaltige, steilgestellte bis kleineiporige Tüpfel führend, letzteres mehr minder großeiporig und gewöhnlich nur 1 Eipore pro Kreuzungsfeld. *Sciadopitys*, die sich anschließt, fällt durch die Eigenartigkeit ihrer Eiporen überhaupt sofort hinweg. Aber auch zwischen *Podocarpoxylon* und *Phyllocladoxylon* ist die Wahl nicht schwer, sie muß ohne Zweifel auf *Podocarpoxylon* fallen, dessen beide Gattungen, *Podocarpus* und *Dacrydium* auch heute noch im australischen Gebiet reichlich vertreten sind.

Unzweifelhafte fossile Hölzer von *Podocarpus* und *Dacrydium* sind in der Literatur keineswegs reichlich zu finden und auch in der neueren Zusammenfassung von Kräusel findet man diese Tatsache bestätigt. Es fragt sich nun vor allem, ob unser Fossil mit einer bereits bekannten sicheren Art identifiziert werden kann. Da möchte ich zuerst einmal feststellen, daß Schenk 1890, p. 872, Fig. 424/25, einen *Phyllocladus Mülleri* Schenk abbildet und beschreibt, der von demselben Fundorte stammt wie *Spondylostrobus Smythii*, welch letzterer aber mit dem Fossile Schenks absolut nichts zu tun hat. Schon die Abbildungen — deren Richtigkeit angenommen — besonders die Eiporen des Kreuzungsfeldes, genügen, um diese Behauptung zu bestätigen. Ich bin aber selbst gegenüber den von Schenk an obiger Stelle gegebenen Abbildungen mißtrauisch, um so mehr als Schenk erwähnt, daß auch sein Material aus den »goldführenden Sanden von Ballarat«, also dem gleichen Fundorte wie *Spondylostrobus*, stammt, worauf schon hingewiesen wurde und ebenfalls von F. v. Mueller gespendet worden ist. Eine Überprüfung des voraussichtlich noch in der botanischen Sammlung zu Leipzig befindlichen Stückes wäre zur Klarstellung unbedingt nötig, denn mit den Abbildungen und der Beschreibung Schenks kann man zu keinem einwandfreien Resultate kommen. Ich kann daher nicht ohne weiteres wie Kräusel (l. c.) erklären, daß hier ein »*Phyllocladoxylon* unzweifelhaft vorliegt«. Mit unserem *Spondylostrobus* hat aber *Phyllocladus Mülleri* im Sinne Schenks absolut nichts gemein.[1]

---

[1] Damit soll aber nicht die Möglichkeit abgestritten werden, daß das Schenksche Material als vom gleichen Fundorte stammend auch nichts anderes als ein *Spondylostrobus Smythii* ist. Ein Versuch, aus dem Leipziger botanischen Institut das Material zu erhalten, blieb ohne Erfolg.

Ein gleiches gilt für das tertiäre südamerikanische *Glyptostroboxylon Göpperti* Conwentz, das leider ohne jede Abbildung veröffentlicht worden ist. Gothan (1908) hält es p. 9 für ein *Podocarpoxylon* und bemerkt, daß es »ziemlich häufiges Holzparenchym« habe. Kräusel schreibt 1919 »ohne Parenchym (?)«; Conwentz selbst sagt aber klar in seiner Diagnose: »Tracheidibus leptotichis, poris areolatis magnis, contiguis, uniserialibus; cellulis parenchymatosis resiniferis subcrebris; radiis medullaribus uniserialibus, e cellulis 1—25 superpositis formatis, poris earum magnis rotundis.« Da es aber nach Conwentz, wie auch Kräusel (l. c.) richtig anführt, große runde Eiporen als Markstrahltüpfel haben soll, so kann es wohl kaum als *Podocarpoxylon* im Sinne Gothans gedeutet werden. Allerdings gilt auch hier: ohne Original ist eine völlige Klärung unmöglich. Für eine Übereinstimmung mit *Spondylostrobus* kommt es aber schon allein durch die vermutlichen Eiporen (*pori magni rotundi*) nicht in Betracht, aber auch die *pori contigui* sprechen dagegen.

Über *Podocarpium dacrydioides* Unger (1854) von Auckland und Coromandel (Neuseeland) ist ohne Einsicht des Originalmateriales — das nach meinen bisherigen Bemühungen unauffindbar zu sein scheint — überhaupt nicht zu sagen, was es ist, es fällt also bei dem weiteren Vergleiche vollends weg.[1]

Kräusel zählt in seiner Zusammenfassung noch eine Reihe von *Podocarpoxyla* auf, die aber alle wegen der Eiporigkeit im Kreuzungsfelde zum Vergleiche mit unserem Holze nicht in Betracht kommen. Es sind dies *Podocarpoxylon aparenchymatosum* Goth., *P. Gothani* Stopes, *P. Mc. Geei* Sinnot-Bartlett, *P. priscum* Prill, *P. Solmsi* Stopes, *P. Woburnense* Stop. und dann noch *P. spec.* Goth. aus Tschenstochau und *P. sp.* Holden aus Yorkshire. Leider war es mir unmöglich, die Originalbeschreibungen und Abbildungen dieser Arten von Stopes, Sinnot und Holden einzusehen, ich muß mich auf die Angaben von Kräusel beschränken; unter Annahme deren Richtigkeit kann aber keines dieser Hölzer mit *Spondylostrobus* zusammengelegt werden. Nur *P. bedfordense* und *P. Schwendae*, das ich selbst seinerzeit beschrieben habe, kommen für einen Vergleich überhaupt in Frage. Bei ersterem steht aber nur 1 Tüpfel im Kreuzungsfelde, welche Tatsache mit unserem Fossile absolut nicht in Einklang zu bringen ist, wo 1 bis 2 als Regel, aber auch 3 bis 4 vorkommen können. Die Angabe Kräusels über die Alternation der Radialhoftüpfel kann aber ohne Einsicht einer Originalabbildung (Bedeutung des Wertes unretuschierter guter Photos und Zeichnungen!) oder des Originalmateriales selbst nur sehr schwer zum Vergleiche herangezogen werden. Da mir dies aber unmöglich, ist es müßig, über diese

[1] Es soll in der geolog.-paläontol. Abteilung des Wiener Naturhistorischen Staatsmuseums erliegen.

Frage hier Worte zu verlieren; dies um so mehr, als auch das Tüpfelungsverhältnis des Kreuzungsfeldes die Identität der beiden Fossilien ausschließt. Aber auch das geologische Alter — Grünsandstein für *P. bedfordense* und Jungtertiär für *Spondylostrobus* — können wohl auch als Grund für die Verschiedenheiten der beiden Fossilien angeführt werden.

Kritischer ist die Frage bei *Podocarpoxylon Schwendae* Kub. Nach neuerlicher genauer Untersuchung des schwierig mikroskopierbaren Holzes habe ich meinen seinerzeitigen Angaben eigentlich nichts hinzuzufügen. *P. Schwendae* hat im Kreuzungsfelde des Spätholzes steilgestellte Markstrahlhoftüpfel mit spaltenförmigem Porus, im Frühholz behöfte bis fast ganz oder ganz unbehöfte (Eiporen), deren Längsaxe aber nicht bloß mehr minder steil geneigt bleibt, sondern oft in dem Nachbarkreuzungsfelde, ja sogar in demselben Kreuzungsfelde auch horizontal sein kann. Ich bemerke auch hier, daß alle untersuchten Stellen auf mich nicht den Eindruck verschiedener Erhaltungszustände machten, sondern unzweifelhaft den ursprünglichen Zustand darstellen und daß diese Beobachtungen nicht aus der Zone der Markkrone stammen, mit anderen Worten, *Podocarpoxylon Schwendae* dürfte eben einen alten Sammeltyp darstellen, wie auch schon seinerzeit bemerkt worden ist. Stellt man nun wichtige Merkmale von *Spondylostrobus Smythii* und *Podocarpoxylon Schwendae* einander gegenüber, so ist wohl auf den ersten Blick unzweifelhaft eine auffallende Übereinstimmung beider Fossilien festzustellen, der man sich aber bei genauer Überlegung doch nicht anschließen kann:

	Spondylostrobus Smythii:	*Podocarpoxylon Schwendae:*
Holzparenchym . .	reichlich	ab und zu
Markstrahlen	bis 18 stöckig	bis 13 stöckig
	Mehrreihigkeit eigentlich fast nie, nur ganz selten, aber nicht an die Mitte gebunden	selten, aber nicht an die Mitte gebunden
Markstrahltüpfel im Kreuzungsfelde	1 bis 2, auch 3 bis 4	1 bis 2, 3 bis 5.

Der Unterschied in der Häufigkeit des Holzparenchymes darf im allgemeinen nie recht als ausschlaggebend angesprochen werden, das kann individuell sein. Da jedoch sonst alles stimmt, besonders die Anzahl der Markstrahltüpfel, so wäre man geneigt, diese zwei Fossilien einander gleichzuhalten. Aber schon vorher habe ich vermerkt, wie ungleichartig eigentlich die Markstrahltüpfel von *Podocarpoxylon Schwendae* ausgebildet sind, während dem gegenüber bei *Spondylostrobus Smythii* eine typische Gleichartigkeit, steil gestellter spaltenförmiger Porus, auch im Frühholze charakteristisch ist. Aber noch ein Merkmal, das bisher zur Seite gelassen

worden ist, jedoch gewiß auch eine gute Charakteristik abgibt, ist hervorzuheben und das ist die Art der Lagerung der Hoftüpfel im Kreuzungsfelde. Besser als Worte mag dies allerdings ein Vergleich von Fig. 2 mit den Fig. 5 bis 7 der *Podocarpoxylon Schwendae*-Arbeit erläutern. Da sieht man, daß bei *Spondylostrobus* die Markstrahltüpfel mehrstöckiger Markstrahlen, im Frühholz natürlich, in radialer Verteilung nebeneinander im Felde stehen, bei *Podocarpoxylon Schwendae* aber im geraden Gegenteile, in vertikaler Verteilung (übereinander). Natürlich schwankt auch dieses Bild, durch die Größenverhältnisse der das Kreuzungsfeld bildenden Zellen bedingt, aber der Grundzug dieser Verteilung läßt sich absolut nicht wegleugnen. Gerade diese zwei Merkmale sind es, die mich vor allem bestimmen, diese zwei Hölzer nicht als identisch anzusprechen, sondern *Spondylostrobus Smythii* als eigene Art aufzufassen. Allerdings kommt auch die große räumliche Entfernung der beiderlei Fundorte hinzu, der sicherlich, da es sich nicht um Jurahölzer handelt, auch eine größere Bedeutung zugesprochen werden kann und muß. Weiters spielt das allem Anscheine nach doch ungleiche Alter der beiden Fossilien eine wichtige Rolle, denn gerade die Eigentümlichkeiten von *Podocarpoxylon Schwendae* sprechen eine eindringliche Sprache für das größere geologische Alter dieses Fossils, sprechen also mehr für Kreide als für Tertiär, während *Spondylostrobus Smythii* ein unzweifelhaft jungtertiäres Holz ist.

Dies alles zusammengefaßt, ergibt wohl die Berechtigung, daß *Spondylostrobus Smythii* als eine eigene Art, und zwar auch als eine echte *Podocarpoxylon*-Art, der wir ganz einfacherweise den von Mueller eingeführten Artnamen belassen wollen, aufzufassen ist.[1] Wir werden daher schreiben:

Podocarpoxylon Smythii (F. Mueller) Kub.

und die Art, wie folgt, kurz charakterisieren:

Das Holz besteht aus Tracheiden, Holzparenchym und parenchymatischen Markstrahlen. An den Radialwänden der Tracheiden stehen Hoftüpfel, normalerweise in einer Reihe, am Schlusse des Jahresringes finden sich auch Tangentialhoftüpfel. Holzparenchym tritt über den ganzen Jahresring mehr minder gleichmäßig verteilt auf. Die Querwände des Holzparenchyms sind glatt. Die Markstrahlen sind einreihig, selten mehrreihig, die Mehrreihigkeit ist aber nicht an die Mitte der Stockwerke gebunden. Es wurden bis 18stöckige Markstrahlen festgestellt. Das Kreuzungsfeld des Frühholzes besitzt 1 bis 2, selten 3 bis 4 Hoftüpfel mit steil gestelltem und schmalem Porus. Diese Kreuzungsfeldhoftüpfel stehen gewöhnlich in radialer Nebeneinanderstellung.

Vorkommen: In den deep leads von Ballarat, Südostaustralien.

---

[1] Es sei noch bemerkt, daß *Drimys* und Konsorten nicht in Betracht kommen.

Mueller hat sein *Spondylostrobus*-Holz aus gleichen Schichten von Haddon beschrieben. Da überdies Mueller, p. 13 (Mueller IV), den schon auf p. 2 unserer Darstellung zitierten Satz schreibt »the fossil pine wood...«, so ist wohl anzunehmen, daß als Fundorte dieses Holzes alle von Mueller erwähnten Fundorte von *Spondylostrobus*-Früchten mit Ausnahme Tasmaniens, von wo er nur Früchte und Blätter hatte, anzusehen sind, das sind also nebst Haddon und Orange und wie R. B Smyth in der Einleitung zu Mueller III, p. 5, erwähnt auch Creswick, Raglan und Arrarat. Alle diese Fundorte führen die gleichen goldführenden Schichten, die nach einer neueren Feststellung von Hunter (1909) dem oberen oder unteren Pliozän oder vielleicht dem oberen Miozän angehören. Ob natürlich alle Holzstämme, die in dieser Schicht gefunden wurden, derselben Art, also unserem *Podocarpoxylon Smythii* angehören, ist eine ungelöste Frage, wie schon der bloße Hinweis auf den allerdings ungeklärten *Phyllocladus Mülleri* Schenk zeigt.

Eine andere, nicht unwichtige Frage verlangt nun aber noch ihre Lösung. Hat dieses fossile Holz heute noch lebende Vertreter in der Flora von Südostaustralien? *Podocarpoxylon* umfaßt Teile der rezenten Gattungen *Dacrydium* und *Podocarpus.* Von *Dacrydium* kommt ganz auffallenderweise heute auf dem ganzen australischen Kontinent selbst keine einzige Art vor, wie eine Durchsicht der Verbreitungsangaben der 16 von Pilger anerkannten *Dacrydium*-Arten ergibt. Pilger schreibt wohl am Kopfe des »clavis specierum«, p. 44, l. c.: »Australiae continentis et insularum et Archipelagi indici incolae«, er führt aber für Australien selbst keine einzige *Dacrydium*-Art an. Allerdings sind alle *Dacrydium*-Arten bis auf *Dacrydium Fonkii* Benth. aus Chile Bewohner des engeren und weiteren Inselgebietes um Australien, so daß ein Vorkommen von *Dacrydium* in Australien selbst zur Zeit des Tertiärs keineswegs eine Unmöglichkeit darstellt. Bei *Podocarpus* hingegen liegen auch heute die Verhältnisse wesentlich anders. Pilger teilt die Gattung *Podocarpus* in 5 Sektionen mit 63 Arten, von denen auch heute noch fünf Arten — *P. amarus* Blume der Sektion *Stachycarpus*; *P. elatus* R. Br., *P. spinulosus* (Sm.) R. Br., *P. Drouynianus* F. M. und *P. parvifolius* Parl. der Sektion *Eupodocarpus* — in Australien selbst vorkommen und eine noch viel größere Anzahl von Arten auf den Inseln um Australien lebt. Nach Gothan, 1908, p. 25, wäre nun allerdings die Sektion *Stachycarpus* zum Vergleiche mit *Podocarpoxylon* nicht geeignet, da sie *Phyllocladoxylon*-Bau habe. Diese Feststellung Gothans ist aber nicht ohne weiteres anzuerkennen, denn Gothan hat 1908 wohl die alte Eichler'sche Bearbeitung der Koniferen (Berlin, 1889) benützt, die allerdings in der Sektion *Stachycarpus* nur zwei Arten anführt (*P. andina* Pöpp. und *P. spicata* R. Br.), welche beide tatsächlich *Phyllocladoxylon*-Bau haben, aber die bereits 1903 auch in Berlin erschienene Bearbeitung der Taxazeen von Pilger übersehen, welche für *Stachycarpus* außer diesen 2 Arten noch 8 weitere anführt. Besitzen

auch letztere *Phyllocladoxylon*-Bau, was eine Untersuchung erst erweisen müßte, dann kann die von Gothan aufgestellte These als gültig anerkannt werden. Die vier anderen noch in Australien selbst vorkommenden *Podocarpus*-Arten gehören der Sektion *Eupodocarpus* an; von diesen 4 Arten lebt *P. spinulosus* in Ostaustralien, *P. elatus* sogar direkt in Südostaustralien! Leider stehen mir aber keine Materialien zur Verfügung, die einen Vergleich dieses Holzes wie auch der anderen vor allen in Betracht kommenden Vergleichsarten ermöglichen möchte, eine Arbeit, die wohl auch am besten der Materialfrage wegen von den australischen Botanikern geleistet werden könnte. Wir müssen also unentschieden lassen, welcher der beiden Gattungen *Dacrydium* oder *Podocarpus* das vorliegende fossile Holz zuzuzählen ist, nach der heutigen Verteilung der Arten neigt sich allerdings die Wagschale mehr für *Podocarpus*.

II. Die Blattreste und Früchte.

F. v. Mueller beschrieb unter dem Namen *Spondylostrobus Smythii* auch Blattreste und Früchte. Über die Natur des einzigen, Mueller bekannt gewordenen Blattrestes wird wohl nie eine volle Klarheit zu erlangen sein, denn in die hiervon gegebene Zeichnung ist, weil das Material schlecht erhalten und zerfallend war, hineingezeichnet worden. Ob mit oder ohne Begründung, muß eben dahingestellt bleiben, ich habe diese Frage auch nicht weiter verfolgt. Mir liegt auch ein von F. v. Mueller an C. Ettingshausen gesandtes Originalmaterial von *Spondylostrobus*-Früchten vor. Über die *Spondylostrobus*-Früchte hat sich schon Schenk nach Untersuchung von Originalmaterial, l. c., p. 353, ablehnend gegenüber der Ansicht Muellers geäußert und ich möchte an dieser Stelle nur hinzufügen, daß diese Früchte auf keinen Fall von *Dacrydium-Podocarpus* stammen können. Mehr hierüber aber vielleicht ein andermal.

Literaturnachweis.

Conwentz H, Sobre algunos arboles fosiles del Rio negro. Boletin de la Acad. nacional de ciencias, Cordoba, Bd. VII, 1884.

Gothan W., Die fossilen Hölzer von der Seymour- u. Snow Hill-Insel, 1908.

Hunter, The deep leads of Victoria, Memoirs of the geol. Survey of Victoria, Nr. 7, 1909.

Kräusel R., Die fossilen Koniferenhölzer, Palaeontographica, Bd. 62, 1919.

Kubart B., *Podocarpoxylon Schwendae*, Österr. bot. Zeitschrift, 1911.

Müller C., Balken in den Holzelementen der Koniferen, B. D. B. G., Bd. VIII, 1890.

Mueller F. v., I. Vorläufiger Bericht über *Spondylostrobus* im »Geol. Magazin, p. 390, 1870 oder 1871«.

II. Bericht über *Spondylostrobus* in »R. B. Smyths Reports of Mining Surveyors, 1871«.

III. Observations on new Vegetable fossils of the auriferous drifts. Geol. Survey of Victoria, Melbourne 1874.

IV. Dasselbe, II. Dekade, 1883.

Pilger R., *Taxaceae* in »Das Pflanzenreich«, 1903.

Schenk, Paläophytologie, 1890.

Unger F., Fossile Pflanzenreste aus Neuseeland, Novara-Expedition, 1854.

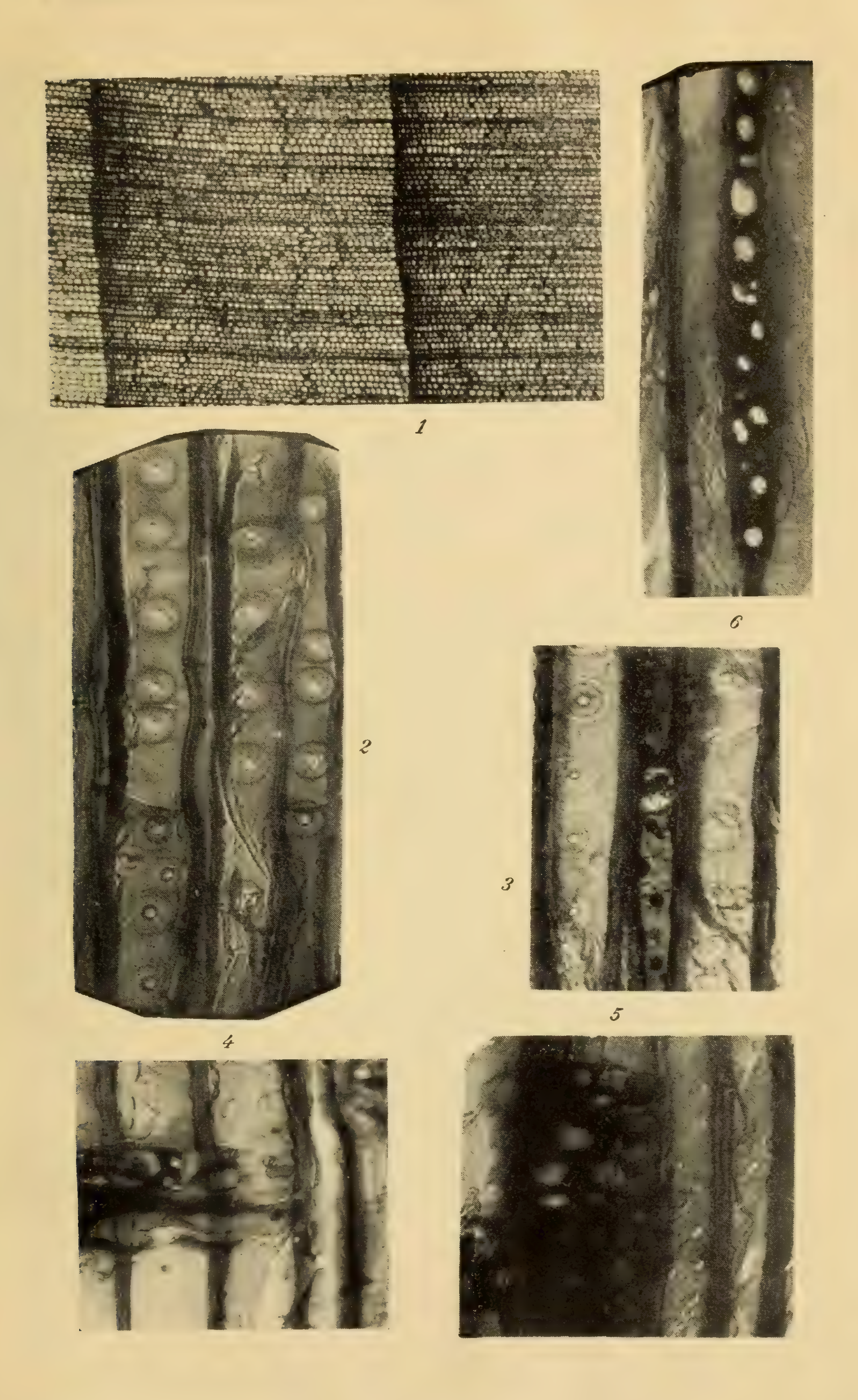
Wilhelm, in »Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches«, II, 1903 (Hölzer).

Tafelerklärung.

1. Querschnitt des Holzes mit 2 Jahresringgrenzen.
2. Verteilung der Hoftüpfel an der Radialwand der Tracheiden. Zwischen den Hoftüpfeln sind da und dort auch Sanio'sche Streifen zu sehen.
3. Holzparenchymquerwand und Holzparenchymhoftüpfel. Die scheinbare Verdickung der Holzparenchymquerwand wird durch den anlagernden braunen Zellinhalt bewirkt.
4. und 5. Photo 4 zeigt 2 Hoftüpfel im Kreuzungsfelde der dritten Frühholztracheide, Photo 5 Hoftüpfel aus den Kreuzungsfeldern der viertletzten Spättracheide. Diese 2 Aufnahmen grenzen aneinander, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist. Die durch die Zeitverhältnisse bedingte Reproduktionsart der Tafel macht leider den Porus der beiden Hoftüpfel in Photo 4 (cf. Fig. 3) nicht deutlich genug sichtbar.
6. Tangentialschnitt durch einen Markstrahl.

Vergrößerung aller Aufnahmen gegen 300 mal.




1
6
2
3
5
4



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Zwei neue Arten von *Lernaeocera* aus dem Nil

Von

Dr. Helene Kurtz

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1922)

Das ursprüngliche Material zu der vorliegenden Arbeit stammt aus der Sammlung der zoologischen Institute der Universität Wien. Die beiden neuen, im folgenden beschriebenen Arten von *Lernaeocera* wurden von Herrn Dr. Fr. Zimmermann als Ectoparasiten auf Fischen des Nilgebietes gefunden, die von der ägyptischen Regierung dem Institute zum Geschenk gemacht worden waren. Die von mir nachmals *Lernaeocera Werneri* benannte Form fand sich in sechs Exemplaren in der Afteröffnung von *Distichodus niloticus* Linné, die als *Lernaeocera bichiri* bezeichnete in zwei Exemplaren auf *Polypterus bichir* Geoffr. Ein drittes Exemplar fand ich unterhalb der Brustflosse eines *Polypterus bichir*, den Herr Dozent Dr. P. Kammerer von einer Reise aus dem Sudan mitgebracht hatte. Infolge der geringen Zahl und der Mangelhaftigkeit der zur Untersuchung verfügbaren Exemplare dieser Art hätte eine Beschreibung keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erheben können; ich mußte daher bestrebt sein, weiteres Material zu erlangen. Das freundliche Entgegenkommen des Herrn Dr. R. Mertens, Kustos an der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, ermöglichte es mir während eines längeren Aufenthaltes daselbst, die reiche Sammlung an Fischen des Nilgebietes auf parasitische Copepoden zu untersuchen. Ich fand ein Exemplar von *Lernaeocera Werneri* wieder in der Afteröffnung von *Distichodus niloticus*, ferner drei vollständige und vier unvollständige Exemplare von *Lernaeocera bichiri* teils auf der Rücken-, teils auf der Bauchseite von *Polypterus bichir*. Herrn Dr. R. Mertens bin ich für seine Bereitwilligkeit sehr verbunden. Für die liebenswürdige Überlassung des Materials und für einige nützliche Ratschläge sage ich noch meinem Kollegen Herrn Dr. Fr. Zimmermann an dieser Stelle besten Dank.

Lernaeocera Werneri nov. spec.

(Tafel I, Fig. 1 bis 11)

Der Körper ist gestreckt, nahezu zylindrisch, beim erwachsenen Tier in der hinteren Hälfte verbreitert. Die vier gleichgestalteten, nicht allzu kräftigen Kopfarme, die kreuzförmig angeordnet sind, entspringen mit mäßig breiter Basis und verschmälern sich nur wenig, ihre Enden sind sanft gerundet. Zwischen den Kopfarmen liegt der kugelig geformte Kopfhöcker, der die Antennen und Mundgliedmaßen trägt. Der Thorax besteht aus fünf Segmenten, deren Grenzen unscharf und nur selten mit Sicherheit zu bestimmen sind. Das erste Segment, das vollständig mit dem Kopfe verschmolzen ist, ist das kürzeste, das zweite und dritte Segment ungefähr doppelt so groß und an der Ansatzstelle der Beine etwas erweitert. Das vierte Segment ist bereits breiter als die vorigen und trägt nahe dem Ende das vierte Beinpaar, das um 90° gedreht erscheint. Das fünfte und größte Segment zeigt auf der Ventralseite eine Auftreibung, an deren Basis das letzte, rudimentäre Beinpaar liegt. Infolge der Drehung des Körpers um die Längsachse ist das fünfte Beinpaar gegen das erste um mehr als 90° verlagert.

Das kurze, ungegliederte Abdomen trägt am Ende, etwas der Ventralseite genähert, die Furca und ist beim erwachsenen Tier durch die Auftreibung des fünften Thorakalsegmentes von der Längsachse des Körpers abgebogen. Die jungen Tiere sind stabförmig; die Auftreibung des letzten Brustsegmentes fehlt, Thorax und Abdomen liegen daher in einer Ebene. Die Kopfarme sind kurz, daher an der Basis relativ breit, ihre Enden spitzer als beim erwachsenen Tier. Infolge der noch unvollständig entwickelten Kopfarme erscheint das erste Segment länger, das Beinpaar liegt frei, nicht wie bei der ausgewachsenen Form unter den Kopflappen verborgen. Antennen und erster Maxillarfuß liegen noch an der Spitze des relativ sehr großen Kopfhöckers, während sie beim erwachsenen Tier an dessen Basis verlagert erscheinen, eine Tatsache, die Claus durch dorsales Wachstum des Kopfhöckers erklärt. Die Mundöffnung ist rund, liegt ventral und ist von dem, anscheinend für das ganze Genus charakteristischen Mundrahmen umgeben. Dieser wird dorsal von der Oberlippe, ventral von einem Chitinbogen gebildet, der von zwei Spangen im Integument gestützt wird. Die Unterlippe ist breit herzförmig. Zur Seite der gebuchteten, median in eine Spitze ausgezogenen Oberlippe liegen die Insertionsstellen der Antennen, die insbesondere bei jungen Individuen deutlich sichtbar sind.

Die erste Antenne zeigt einen Basalteil, der noch die Andeutung einer Gliederung erkennen läßt. Die Antenne selbst ist viergliedrig, das erste Glied jedoch, das gestreckt und mehr als dreimal so lang als breit ist, zeigt noch deutlich seine Entstehung aus zwei Gliedern an. Sieben, in eine feine Spitze ausgezogene Borsten sind alternierend, bald etwas dorsal, bald ventral der

Außenrandlinie, mit breiter Basis eingelenkt. Diese Borsten nehmen vom Proximal- gegen das Distalende an Länge etwas zu. Distal, gleichfalls am Außenrand, steht eine starke, spießförmige Borste von ungewöhnlicher Länge, dorsal eine Borste, die ungefähr doppelt so lang ist als das folgende Glied. Die vierte Außenrandborste, die etwas stärker dorsal eingelenkt ist, kennzeichnet die Lage der Querfurche, die das Glied in eine größere proximale und etwas kleinere distale Hälfte trennt. Das zweite Glied ist schmäler als das vorige, kaum so lang als breit und trägt vier Borsten. Die beiden ersten, die etwas dorsal stehen, sind gleich lang, die dritte etwas größer, die vierte wieder kürzer, mit relativ breiterer Basis. Am dritten Glied, das wieder umfangreicher und ungefähr doppelt so lang als breit ist, finden sich vier Borsten; eine nahe dem Proximalende, etwas dorsal am Außenrand eingelenkt, eine zweite kürzere an der Ventralseite, ferner zwei lange Außenrandborsten, von welchen eine nahe dem Distalende, die andere direkt distal steht. Die erste dieser beiden Borsten ist ungefähr doppelt, die zweite dreimal so lang als die Proximalborste. Das Endglied ist länger als das vorletzte, doppelt so lang als an der Basis breit, im zweiten und letzten Drittel seiner Länge verschmälert. Am Außenrand finden sich zwei Borsten, eine lange schmale in der proximalen Hälfte des Gliedes und eine kurze, nahezu terminal. Am Innenrand stehen zwei Borsten in je einem Drittel seiner Länge. Die erste ist größer und stärker als die folgende. Das terminale Ende des Gliedes ist eingebuchtet und trägt insgesamt sechs Borsten. Auf der äußeren größeren Kuppe stehen eine schmale, mäßig lange, und zwei breite, schilfblattähnliche Borsten, von welchen nur die erste streng terminal, die zweite auf einem kleinen Höcker etwas dorsal eingelenkt ist, drei kürzere und schmälere, untereinander gleichgestaltete Borsten finden sich auf der inneren Kuppe.

Die zweite Antenne, die auf einem kugeligen Basalhöcker sitzt, besteht aus zwei langen, schmalen Gliedern, von welchen das erste fast, das zweite mehr als doppelt so lang als breit ist. Das Proximalglied trägt keinerlei Borsten, das Endglied drei Innenrandborsten, von welchen die erste nahezu proximal, die zweite etwas längere im zweiten Drittel seiner Länge, die dritte distal steht. Das Glied endigt mit einem gelenkig abgesetzten, abwärts gekrümmten Haken und einer runden Kuppe, die sechs Borsten trägt. Eine kürzere Borste ist oberhalb des Hakens eingesetzt, zwei längere und zwei kürzere fadenförmige Borsten stehen terminal, eine kurze schmale Borste am Innenrand der Kuppe.

Mandibeln waren an den vorliegenden Objekten nicht sichtbar. Der erste Maxillarfuß ist zweigliedrig. Er besteht aus einem langen und breiten Basalteil und einem mit zwei einwärts gekrümmten Haken versehenen Endteil. Der schwächere dieser Haken ist gelenkig an der Basis des anderen eingesetzt. Der zweite Maxillarfuß ist gleichfalls zweigliedrig, das Basalglied groß, trapezoid gestaltet, nahe dem Distalende mit einer schmalen, auf einem Höcker sitzenden

Borste versehen. Das Endglied sitzt mit breiter Basis der Schmalseite des Basalteils auf, ist handförmig und endigt mit fünf starken, fingerförmigen gekrümmten Haken, von welchen der erste der kürzeste, der vierte der längste ist. An der basalen Grenze zwischen erstem und zweitem Haken findet sich eine sehr kleine Borste.

Sämtliche Beine, mit Ausnahme des rudimentären fünften, bestehen aus einem zweigliedrigen Stamm und einem dreigliedrigen Außen- und Innenast. Der Coxopodit mit vorgewölbtem Außen- und geradem Innenrand trägt eine ziemlich starke und lange Borste am Innenrand an der Grenze gegen das folgende Glied. Der Basipodit ist ellipsoid gestaltet, eine mäßig lange, spießförmige Borste steht proximal am Außenrand, beim ersten Beinpaar noch ein kräftiger hakenförmiger Fortsatz am Innenrand. Das Auftreten dieses Hakens neben einer Innenrandborste ist hervorzuheben, da sowohl Claus[1] wie Zimmermann[2] angeben, daß dieser Fortsatz beim ersten Beinpaar die Stelle der Innenrandborste vertritt. Diese Angabe ist zumindest für *Lernaeocera senegali* Zimmerm. unzutreffend, da ich auch bei dieser Form die Innenrandborste am ersten Beinpaar nachweisen konnte. Wahrscheinlich ist sie auch bei allen übrigen Arten vorhanden. Da sich beim ersten Beinpaar der *Cyclopidae*, von welchen die *Lernaeocerae* wahrscheinlich abzuleiten sind, an jedem der beiden Stammglieder distal, am Innenrand eine Borste findet, so ist die Annahme berechtigt, daß die Innenrandborste der *Lernaeocerae* der Borste des Coxopoditen, der Fortsatz des ersten Beinpaares der Borste des Basipoditen entspricht.

Das erste Glied des Exopoditen ist lang gestreckt, wellig konstruiert, an der Insertionsstelle sehr schmal, im distalen Teil stark verbreitert. Das Glied ist mehr als doppelt so lang als breit und trägt nahe dem distalen Ende einen Dorn am Außenrand und eine lange Borste am Innenrand. Das zweite Glied ist rundlich, in der Mitte des Außenrandes findet sich ein Dorn, eine Borste in der distalen Hälfte am Innenrand. Das Endglied ist kurz, an seinem Außenrand stehen zwei Dornen, am Innenrand je eine lange Borste im zweiten und letzten Drittel seiner Länge, eine dritte Borste nahezu terminal, ferner zwei Endborsten. Das Basalglied des Endopoditen ist kaum länger als breit und trägt in der distalen Hälfte eine Borste am Innenrand. Das zweite Glied ist ähnlich gestaltet, wenngleich etwas kleiner, die Borste steht distal. Das Endglied ist kurz und breit, trägt zwei Dornen am Außenrand, eine Borste im letzten Viertel am Innenrand, eine zweite nahezu terminal, ferner zwei Endborsten. Die Dornen sind gezähnelt, die Borsten, auch die der Stammglieder, fein gefiedert. Am Innenrand des Basipoditen

---

[1] Claus C., Beobachtungen über *Lernaeocera, Peniculus* und *Lernaea*. Schriften der Gesellschaft zur Bef. der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, Suppl. II, p. 7.

[2] Zimmermann Fr., Bearbeitung der parasitischen Copepoden von Fischen. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 98, p. 107.

und am Außenrand der beiden ersten Glieder des Endopoditen findet sich ein feiner Härchenbesatz. Dies gilt auch für die übrigen Beinpaare.

Der Basipodit des zweiten Beinpaares ist schmäler als der des ersten und an der Grenze der beiden Glieder tief eingebuchtet. Das Basalglied des Exopoditen ist ähnlich geformt wie beim ersten Beinpaar, jedoch etwas gedrungener. Das zweite Glied ist kurz, im distalen Teil verbreitert. Distal am Außenrand findet sich ein Dorn, eine Borste am Innenrand im letzten Drittel seiner Länge. Das Terminalglied ist verlängert, trägt drei an Größe zunehmende Dornen am Außenrand, am Innenrand zwei Borsten in je einem Drittel seiner Länge, eine dritte distal, ferner zwei Endborsten. Das erste Glied des Endopoditen ist gegen das folgende am Außenrand tief eingebuchtet. Die Stelle größter Breite übertrifft etwas die Länge. Im letzten Viertel des Innenrandes steht eine Borste. Das zweite Glied ist ungefähr so lang wie breit und trägt am Innenrand je eine Borste im dritten und letzten Viertel seiner Länge. Das Terminalglied ist kurz. In seiner distalen Hälfte stehen zwei Dornen am Außenrand, ein dritter bereits terminal, zwei Borsten am Innenrand und eine Endborste. Das dritte Beinpaar ähnelt dem zweiten, stimmt mit diesem auch in bezug auf Zahl und Ansatzstellen der Borsten überein, ist jedoch etwas kleiner als das zweite, das auch das erste Beinpaar an Länge der Borsten übertrifft. Der Basipodit des vierten Beinpaares ist verkürzt, die tiefe Einbuchtung an der Grenze der Glieder fehlt. Das Basalglied des Außenastes ist im ersten Drittel halsartig verengt. Es trägt einen Dorn distal am Außenrand und eine Borste im letzten Drittel am Innenrand. Das zweite Glied ist kurz, in seiner distalen Hälfte steht ein Dorn am Außen- und eine Borste am Innenrand. Das mäßig lange Terminalglied trägt drei Dornen am Außenrand, drei Borsten am Innenrand und zwei Endborsten. Das Basalglied des Endopoditen ist queroval. In seiner distalen Hälfte steht eine Borste am Innenrand. Das zweite Glied ist etwas breiter als lang und trägt am Innenrand eine Borste nahe der Mitte, eine zweite distal. Das Terminalglied ist kurz, in seiner distalen Hälfte stark verschmälert. Am Außenrand finden sich zwei Dornen, einer in der Mitte, der andere distal, am Innenrand, gleichfalls distal, eine Borste, ferner zwei Endborsten, eine äußere kurze und eine innere lange.

Das fünfte rudimentäre Bein ist sehr klein und hat die Gestalt einer länglichen, am Ende etwas gerundeten Platte. Nahe dem Terminalende findet sich eine Borste am Außenrand und eine längere in gleicher Höhe am Innenrand. Zwei Borsten, eine schmale kurze und eine längere stehen terminal. Am Außenrand, an der Basis des fünften Beines, erhebt sich ein Höcker, der eine schmale, relativ lange Borste trägt. Dieses Gebilde, das sowohl der *Lernaeocera bichiri* als auch der *Lernaeocera senegali* Zimmerm. fehlt, stimmt auffällig überein mit der Abbildung, die Claus vom fünften Bein der *Lernaeocera esocina* M. Edw. gibt. Von der Annahme ausgehend,

daß die *Lernaeocerae* von den *Cyclopidae* abzuleiten seien, fasse ich dieses Gebilde als Reste des Basalgliedes mit Außenrandborste auf.

Die Furca ist sehr lang, besteht aus zwei Ästen, deren Glieder doppelt so lang als breit sind. Am Außenrand des Furcalgliedes finden sich zwei Borsten, die eine im ersten Drittel seiner Länge, die zweite distal, am Innenrand gleichfalls zwei Borsten, eine größere im Proximalteil der Mitte genähert, eine zweite kleine am Terminalende. Die Endborste ist in ihrem basalen Teil stark verbreitert, ihre Länge beträgt das Acht- bis Zehnfache der Gliedlänge.

Die Gesamtlänge der Furcaläste beträgt 0·41 bis 0·44 *mm*.

Die Eiersäcke sind schmal, spindelförmig, ungefähr 1·78 bis 1·87 *mm* lang und 0·267 bis 0·303 *mm* breit.

Die Länge des erwachsenen Weibchens beträgt 7·1 bis 8·9 *mm*.

Durch die Form der Kopfarme, Antennen und Maxillarfüße, durch Zahl und Stellung der Borsten an den Ruderfüßen, endlich durch die Gestalt des fünften Beinpaares und der Eiersäcke ist diese Form genügend charakterisiert.

Lernaeocera bichiri nov. spec.

(Tafel II, Fig. 1 bis 11)

Der Körper ist weitaus gedrungener als bei der vorigen Art, im vorderen Abschnittt drehrund, in der hinteren Hälfte stark verbreitert und zeigt im Gesamthabitus große Ähnlichkeit mit *Lernaeocera senegali*. Die vier kreuzweise gestellten kräftigen Kopfarme sind an der Basis breit, ihre Enden relativ spitz. Die ventralen Kopflappen sind meist länger als die dorsalen. Der Kopfhöcker ist birnförmig erweitert, an seiner Basis liegen die Antennen und Mundgliedmaßen. Der Thorax besteht aus fünf Segmenten, auf deren Größe nur aus dem Abstand der Beinpaare geschlossen werden kann, da die Grenzen nicht mit Sicherheit zu bestimmen waren. Das erste mit dem Kopfe verschmolzene Segment ist sehr kurz, sein Beinpaar unter den Kopflappen verborgen. Das zweite Segment ist größer und zeigt an der Ansatzstelle des Beinpaares eine ansehnliche Erweiterung. Der Abstand zwischen erstem und zweitem Beinpaar ist auffällig gering. Das dritte Beinpaar liegt nahe der Mitte, das vierte im letzten Viertel des Thorax, jedoch schon um 90° gedreht. Das letzte rudimentäre Beinpaar findet sich an der Basis der ventralen kugeligen Auftreibung des fünften Segmentes. Das Abdomen ist auch bei dieser Art kurz und ungegliedert, trägt ziemlich ventral die Furca und ist infolge der sehr starken Auftreibung des letzten Segmentes in größerem Winkel von der Längsachse des Körpers abgebogen als bei *Lernacocera Werneri*.

Obwohl diese beiden Formen in der äußeren Erscheinung wesentlich voneinander abweichen, stimmen sie in bezug auf Antennen und Mundgliedmaßen auffällig überein. Die Insertionsstellen der Antennen liegen zu Seiten der Oberlippe, die etwas tiefer gebuchtet und median in eine längere Spitze ausgezogen ist

als bei *Lernaeocera Werneri.* Die erste Antenne selbst zeigt große Übereinstimmung sowohl in der Gliederung als auch in Zahl und Anordnung der Borsten, nur sind die Glieder schmäler und relativ länger als bei der vorigen Art. Am Außenrand des ersten Gliedes finden sich wieder sieben Borsten und ein langer Spieß; eine Borste dorsal am Distalende. Die vierte, stärker dorsal eingelenkte Borste bezeichnet auch hier wieder die Lage der Querfurche, die das Glied in zwei Hälften teilt. Diese Trennung ist jedoch weitaus stärker ausgeprägt, so daß man fast versucht wäre, die Antenne als fünfgliedrig zu bezeichnen. Das zweite Glied ist kurz und trägt vier Borsten, drei am Außenrand, die erste von diesen etwas dorsal, eine vierte Borste dorsal nahe der Mitte des Gliedes. Das dritte Glied ist fast dreimal so lang als breit und stimmt in Zahl und Stellung der Borsten vollkommen mit dem von *Lernaeocera Werneri* überein. Auch hier finden sich vier Borsten, zwei in der proximalen Hälfte des Gliedes, eine etwas dorsal am Außenrand, die zweite ventral, eine dritte nahe dem Distalende, die vierte sehr lange streng distal. Das Terminalglied ist wieder im zweiten und letzten Drittel verschmälert, trägt eine Borste in der Mitte des Außenrandes, eine zweite kleine distal. Am Innenrand finden sich wieder zwei Borsten, von welchen mir jedoch die erste länger, die zweite kürzer und stärker ventral eingelenkt erscheint als wie bei der vorigen Art. Eine schmale und zwei breite Borsten, die zweite wieder etwas dorsal auf einem kleinen Höcker eingelenkt, stehen auf der äußeren Kuppe des Terminalendes, auf der inneren drei schmälere und kürzere Borsten.

Die zweite Antenne ist wieder zweigliedrig, das erste Glied borstenlos, das Endglied etwas verkürzt, so daß die Innenrandborsten in gleichen Abständen voneinander stehen. Terminal endigt das Glied mit einem abwärts gekrümmten Haken und sechs Borsten wie bei *Lernaeocera Werneri.*

Der erste Maxillarfuß ist sehr kräftig, sein Basalglied sehr lang, im distalen Teil verbreitert, das Endglied an der Basis breit, terminal mit zwei langen einwärtsgekrümmten Haken versehen. Der zweite Maxillarfuß ähnelt sehr dem der *Lernaeocera Werneri,* ist jedoch kleiner und gedrungener. Sein Basalglied ist gleichfalls trapezoid gestaltet, am Innenrand distal mit einer Borste versehen, der Endteil kurz, mit fünf fingerförmigen Haken bewaffnet. Die feine Borste, die sich bei der vorigen Art an der Basis zwischen erstem und zweitem Haken findet, ist auch hier vorhanden.

Die Gliederung der Beine ist die gleiche wie bei den übrigen *Lernaeocerae*; ein zweigliedriger Stamm und ein dreigliedriger Außen- und Innenast. Am proximalen Stammglied findet sich eine Innenrandborste, eine kürzere Borste am Außenrand des distalen Gliedes. Der Basalteil des ersten Beinpaares ist breiter als der der übrigen und wieder mit einem hakenförmigen Fortsatz am Innenrand des Basipoditen versehen. Der Endopodit dieses und auch der folgenden Beinpaare stimmt sowohl in der Form als auch in bezug

auf Zahl und Ansatzstellen der Borsten und Dornen mit dem des korrespondierenden Beines von *Lernaeocera Werneri* überein. Das gleiche gilt bezüglich des ersten und zweiten Gliedes des Exopoditen. Das Terminalglied zeigt insofern eine Abweichung, als nur zwei anstatt drei Innenrandborsten vorhanden sind. Das Basalglied, sowie das zweite Glied des Exopoditen des ersten Beinpaares tragen demnach je einen Dorn am Außen- und eine Borste am Innenrand. Das Endglied zeigt zwei Dornen am Außenrand, zwei Borsten am Innenrand, ferner zwei Terminalborsten von ungleicher Länge. Erstes und zweites Glied des Endopoditen besitzen je eine Borste am Innenrand, das Terminalglied zwei Dornen am Außen- und zwei Borsten am Innenrand. Zwei Borsten stehen terminal. Das zweite und dritte Beinpaar ist gleich. An den beiden ersten Gliedern des Exopoditen steht je ein Dorn am Außen- und eine Borste am Innenrand. Das Terminalglied trägt drei Dornen am Außenrand, zwei Innenrand- und zwei Endborsten. Das Basalglied der Endopoditen besitzt eine Borste am Innenrand, das folgende Glied deren zwei. Am Außenrand des Endgliedes stehen zwei Dornen, ein dritter terminal, zwei Borsten am Innenrand und eine Endborste. Das vierte Beinpaar ist kleiner als die vorigen, Exopodit sowie die beiden ersten Glieder der Endopoditen stimmen mit denen des zweiten und dritten Beines überein. Das Endglied ist kurz, trägt zwei Dornen am Außen- und eine Borste am Innenrand. Terminal stehen eine kurze und eine lange Borste. Das letzte rudimentäre Beinpaar ist sehr klein und hat die Form einer länglichen mit vier Borsten versehenen Platte. Am Innenrand, nahezu terminal, steht eine relativ lange und starke Borste, am Außenrand eine feine und kürzere. Zwei Borsten, von welchen die äußere fast doppelt so lang ist wie die innere, stehen terminal. Borste und Höcker, wie sie sich bei *Lernaeocera Werneri* als Reste des Basalgliedes fanden, fehlen dieser Form.

Die Furca war bei allen Exemplaren unvollständig und nur in einem einzigen Falle war der verbreiterte basale Teil der Endborste noch vorhanden. Das Furcalglied ist kaum doppelt so lang als breit, trägt im ersten Drittel des Außenrandes eine Borste, eine zweite Borste steht distal. Am Innenrand findet sich eine Borste in der Mitte des Gliedes, eine zweite terminal. Die Endborste fehlte mit obiger Ausnahme stets.

Diese Erscheinung legte die Vermutung nahe, daß die stummelförmige Furca der *Lernaeocera senegali*, die Zimmermann in seiner Arbeit abbildet, einem unvollständigen Exemplar angehörte. Ich fand meine Annahme bestätigt, als ich das Material, das Zimmermann bearbeitet hatte und das Herr Prof. Dr. Werner mir liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte, überprüfte. Es gelang mir bei zwei Exemplaren die Furca freizupräparieren, an der sich sowohl Außen- wie Innenrandborsten fanden, an einem der Furcaläste auch noch die Endborste in voller Länge.

Diese Beobachtung an *Lernaeocera senegali*, ferner die Tatsache, daß die Endborste stets abgebrochen ist, an sich berechtigen zu der Annahme, daß auch bei *Lernaeocera bichiri* die Terminalborste des Furcalgliedes ungewöhnlich lang ist.

Ein Vergleich mit den Abbildungen in der Arbeit Zimmermanns zeigt jedoch, daß diese beiden Formen, trotz mancher Übereinstimmung, in den Details wesentlich voneinander abweichen. Die Tatsache, daß hier zwei getrennte Formen vorliegen, ist hervorzuheben, da Cunnington in seinem Bericht über parasitische Copepoden des Tanganjikasees drei neue Arten von *Lernaeocera* aufstellt, darunter eine, *Lernaeocera haplocephala* n. sp., als deren Wirtstiere er *Polypterus congicus*, *Polypt. senegalus* und *Polypt. bichir* anführt. Der Autor erachtete eine Untersuchung der Kopfanhänge, Beinpaare etc. für überflüssig und begnügte sich mit einer vagen Beschreibung der Körperform, der er einige photographische Aufnahmen beifügte, Angaben, die zur Charakterisierung einer Spezies völlig ungenügend sind. Zimmermann hat die Art *Lernaeocera senegali* in Unkenntnis dieser Arbeit Cunningtons aufgestellt, da jedoch die Untersuchungen ergeben haben, daß es sich bei *Polypt. sen.* und *Polypt. bichir* um zwei verschiedene Spezies von *Lernaeocera* handelt, so besteht diese Art zu Recht.

Die Beschreibung Cunningtons basiert vorwiegend auf dem einzigen Exemplar, das auf *Polypterus congicus* im Tanganjikasee gefunden wurde. Sämtliche Exemplare von *Polypt. sen.* und *Polypt. bichir* stammen aus dem Nil. Schon aus den Abbildungen, ferner aus den Angaben des Autors über Größenverhältnisse und Fundorte geht hervor, daß es sich hier aller Wahrscheinlichkeit nach um eine dritte größere Form (14·3 *mm*) handelt.

Die erwachsenen Weibchen von *Lernaeocera bichiri* messen 9·8 bis 11·6 *mm*.

An einem Exemplar fand ich ein leeres Eiersäckchen. Dessen Form ist ein langes Oval. Die Länge beträgt ungefähr 2 *mm*, die Breite 0·5 *mm*.

Die Ähnlichkeit in der Gesamterscheinung mit *Lernaeocera senegali* einerseits, die Übereinstimmung im Bau der Antennen mit *Lernaeocera Werneri* andrerseits, ferner die Zahl der Innenrandborsten am terminalen Glied der Exopoditen sind genügende Merkmale, um *Lernaeocera bichir* eindeutig zu kennzeichnen.

Vorliegende Arbeit wurde in der Akademie der Wissenschaften von dem w. M. derselben, Herrn Hofrat Prof. Dr. K. Grobben, Vorstand des I. Zoologischen Institutes der Universität Wien, eingereicht, und ich schulde meinem verehrten Lehrer dafür sowie für die Überlassung eines Arbeitsplatzes aufrichtigen Dank.

Literaturverzeichnis.

1823 Lesueur C. A., On three new species of Parasitic Vermes belonging to the *Linnaean* genus *Lernaea*. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

1832 Nordmann A., Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere, Bd. II. Berlin.

1833 Burmeister H., Beschreibung einiger neuen oder wenig bekannten Schmarotzerkrebse, nebst allgemeinen Betrachtungen über die Gruppe, welcher sie angehören. Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVII.

1840 Milne Edwards H., Histoire Naturelle des Crustacés, T. III. Paris.

1850 Baird W., The Natural History of the British *Entomostraca*. The Ray Society, London.

1860 Brühl, *Lernaeocera gasterostei,* ein Schmarotzerkrebs aus der Familie der Pennellina. Mitteil. Zool. Inst. Univ. Pest. Wien.

1861 Claus C., Über die Familie der Lernaeen, *Lernaeocera gobina.* Würzb. naturw. Zeitschrift. Vol. II.

1863 bis 1864 Kroyer H., Bidrag til Kundskab om Snyltekrebsene. Naturhistorisk Tidsskrift.

1867 Claus C., Über *Lernaeocera esocna.* Sitzungsb. der Gesellsch. zur Beförd. der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

1868 Claus C., Beobachtungen über *Lernaeocera, Peniculus* und *Lernaea.* Schriften der Gesellsch. zur Beförd. der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. Suppl. II.

1868 Heller C., Crustaceen. Reise der Novara, Zoologischer Teil, Bd. III.

1870 Hartmann R., Beiträge zur anatomischen Kenntnis der Schmarotzerkrebse. Arch. Anat. Physiol. Leipzig.

*1881 Kellicot D. S., Observations on *Lernaeocera cruciata.* Proc. Amer. Soc. Microscopist. Vol. I.

*1882 Kellicot D. S., *Lernaeocera tortua* n. sp. Proc. Amer. Soc. Microscopist. Vol. II.

1899 Bassett-Smith, Parasitic Copepoda on Fishes. Proceedings of the zoological Society of London.

1904 Hofer B., Handbuch der Fischkrankheiten. München.

1904 Gadd Pehr, Parasit-Copepoder i Finland. Acta Soc. Fauna Flora Fennica. Vol. XXVI.

*1913 Fowler H. W., The Crustacea of New Jersey. Report New Jersey State Amer. for. 1911.

1913 Scott Th. and Scott A., The British Parasitic Copepoda. The Ray Society, London.

1914 Cunnington W. A., Zoological Results of the Third Tanganyika Expedition. Report on the parasitic Eucopepoda. Proceedings of the Zoological Society London.

*1916 Wilson C. B., The Morphology, Development and Economic Relations of the Genus Lernaea Bull. Bur. Fish.

1917 Wilson C. B., North American Parasitic Copepods belonging to the Lernaeidae with a revision of the entire family. Proc. Unit. State Nat. Mus.

1922 Zimmermann Fr., Wissenschaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft Treitl von F. Werner unternommenen zoologischen Expedition nach dem anglo-ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. IX. Bearbeitung der parasitischen Copepoden von Fischen. Denkschr der Akad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 98.

Die mit * bezeichneten Werke waren mir nicht zugänglich.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I. *Lernaeocera Werneri.*

Fig. 1. Rechte Antenne des ersten Paares (Dorsalansicht).
Fig. 2. Rechte Antenne des zweiten Paares (Ventralansicht).
Fig. 3. Erster linker Maxillarfuß.
Fig. 4. Zweiter linker Maxillarfuß.
Fig. 5. Linkes Bein des ersten Paares.
Fig. 6. Rechtes Bein des zweiten Paares.
Fig. 7. Rechtes Bein des dritten Paares.
Fig. 8. Linkes Bein des vierten Paares.
Fig. 9. Rechtes Bein des fünften Paares.
Fig. 10. Furca von der Ventralseite gesehen.
Fig. 11. Erwachsenes Weibchen.

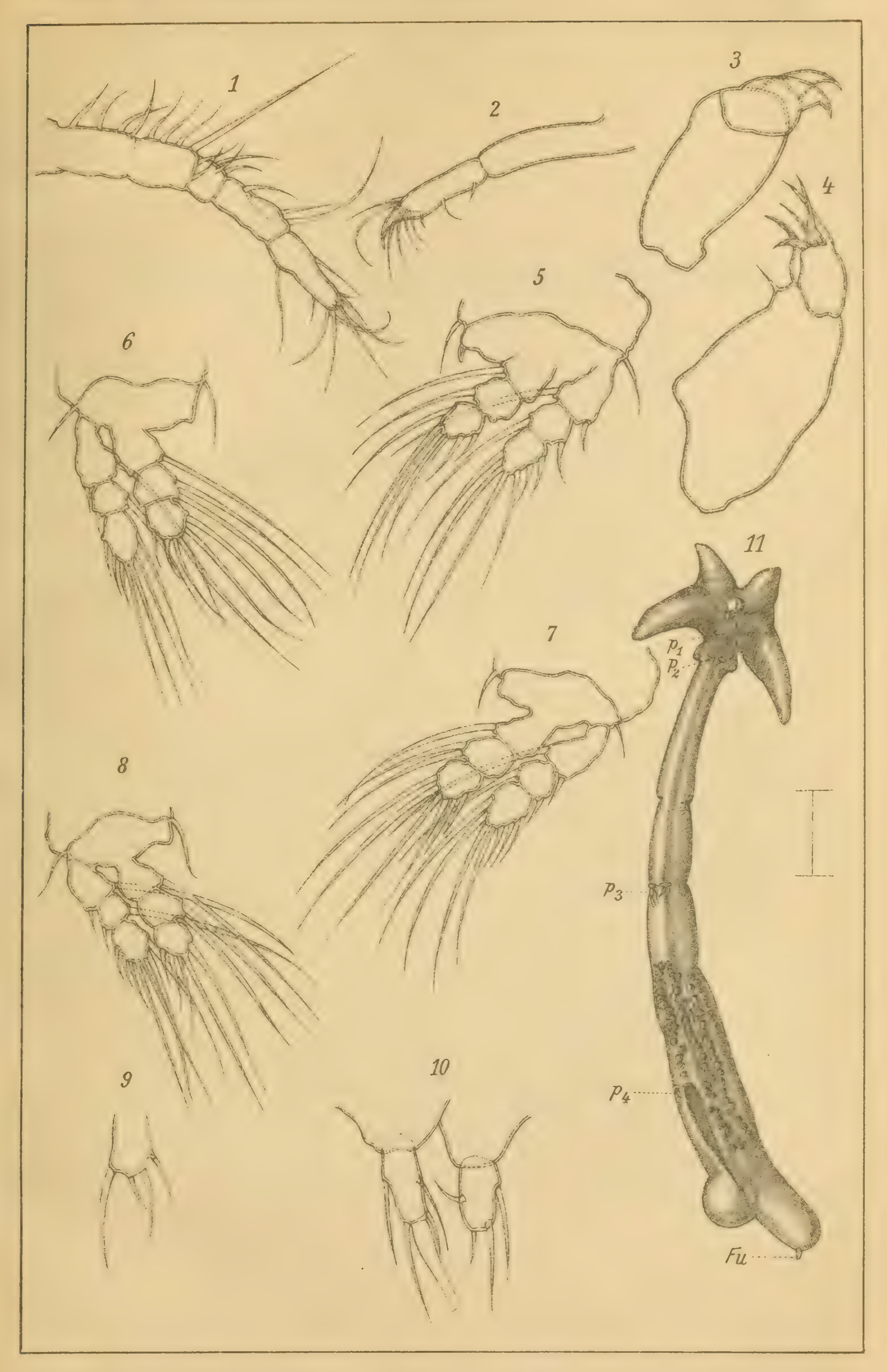
Tafel II. *Lernaeocera bichiri.*

Fig. 1. Rechte Antenne des ersten Paares (Dorsalansicht).
Fig. 2. Rechte Antenne des zweiten Paares (Ventralansicht).
Fig. 3. Erster linker Maxillarfuß.
Fig. 4. Zweiter linker Maxillarfuß.
Fig. 5. Linkes Bein des ersten Paares.
Fig. 6. Rechtes Bein des zweiten Paares.
Fig. 7. Linkes Bein des dritten Paares.
Fig. 8. Rechtes Bein des vierten Paares.
Fig. 9. Linkes Bein des fünften Paares.
Fig. 10. Furca von der Ventralseite gesehen.
Fig. 11. Erwachsenes Weibchen.




1
2
10
4
5
3
7
11
9
p_1
6
p_2
p_3
8
p_4
p_5
Fu_6




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
p_1
p_2
p_3
p_4
Fu



Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Beiträge zur Anatomie des Griffels

Von

Bertha Leitmeier-Bennesch

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien
Nr. 186 der zweiten Folge

(Mit 1 Tafel und 1 Texfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Oktober 1922)

Einleitung.

»Zwischen dem die Samenanlagen bergenden Fruchtknoten und die Narbe ist vielfach ein stielartiger Teil, der Griffel eingeschaltet, dessen Bau einerseits mit der entsprechenden Postierung der Narbe, andrerseits mit der Leitung des Pollenschlauches im Zusammenhang steht.«[1] So oder ähnlich ist in den großen Lehrbüchern der Botanik das Wesentliche über den Griffel der Angiospermen Blüte zusammengefaßt. Mit der Anatomie des speziell zur Leitung des Pollenschlauches dienenden Gewebes haben sich seit Entdeckung des Letzteren durch Amici 1823, viele Forscher beschäftigt, sowie auch mit den Befruchtungsvorgängen selbst.

Rittingshaus[2] befaßt sich eingehender mit dem Leitgewebe und dem Eindringen des Pollenschlauches in das Narbengewebe. Er unterscheidet zwei durch Übergänge verbundene Typen dieses Vorganges. 1. Das Eindringen in ein offenes Narbengewebe bei Pflanzen, deren Narbe in eine schleimige Masse eingebettet ist und die Pollenschläuche ohne Widerstand durch das ganz lockere Gewebe durchwachsen können. 2. Ungehemmtes Wachsen des Pollenschlauches, nachdem die Kutikula der Narbe von diesem resorbiert wurde. Auf der Kutikula weist Rittinghaus nach Behandlung mit Schwefelsäure runde Stellen nach, welche von der lösenden Wirkung des Pollenschlauches herrühren. Er spricht sich über das weitere Verhalten der Pollenschläuche nur dahin aus, daß sie möglichst wenig Kohlehydrate ausbilden (Zellulose), um aus den umgebenden Zellen des Leitgewebes die für ihr Wachstum nötigen Stoffe leicht aufnehmen zu können. Die Zellen des Leitgewebes beschreibt er als sehr plasmareich und im Besitze von großen Kernen. Sie haben aber auch derbe Membranen, um den Plasmamassen des Schlauches die nötige Stütze zu bieten. Rittingshaus verweist auf Arbeiten von Behrens, Dalmer und Capus.

---

[1] Wettstein, R. v., Handbuch d. syst. Bot. II. Aufl. Leipzig—Wien 1912, p. 440.

[2] Rittingshaus P., Einige Beobachtungen über das Eindringen der Pollenschläuche in das Leitgewebe. Verh. d. nat. Ver. Jahrgang XLIII. 5. Folge, III. Bd.

Sachs[1] und Capus[2] sprechen ausführlich über das Leitgewebe, dem sie aber in erster Linie rein mechanische Funktionen zuschreiben, da es dem Pollenschlauch den geringsten Widerstand entgegenbringt. Sachs setzt allerdings voraus, daß außer den sichtbaren Wegweisern auch unsichtbare vorhanden sein müssen, welche wohl chemischer Natur sind. Dieser Ansicht schlossen sich viele Forscher an, besonders nachdem von Pfeffer die stoffliche Einwirkung der Archegonien auf die Spermatozoiden gefunden worden war.

Molisch[3] hat experimentell nachgewiesen, daß die Pollenschläuche negativ aerotropisch und chemotropisch sind. Miyoshi[4] nimmt an, daß die Leitung des Pollenschlauches im Griffel nur eine mechanische sei, im Fruchtknoten selbst aber die Anreizung eine chemotaktische von der Mikropyle ausgehende sei. Navaschin[5] endlich vereinigt alle Ergebnisse der Genannten und anderer Forscher zu der Annahme, daß es in erster Linie darauf ankomme, auch schon im Verlauf des Leitgewebes den Pollenschlauch durch chemische Reize derart zu beeinflussen, daß er den Weg zur Fruchtknotenhöhlung finde, wo ihm dann die Möglichkeit gegeben ist, Reizbewegungen ungehindert auszuführen.

Auf den Bau dieses leitenden Gewebes im Innern der Griffel beziehen sich auch die Untersuchungen von Schürhoff[6]. Er fand, daß bei *Sambucus* jeder Narbenpapille ein Griffelkanal entspreche, und daß dieser zur Samenanlage leite. Die Innenwand dieser Kanäle werde von einem drüsigen Gewebe bekleidet, dessen Zellen öfters zwei durch mitotische Teilung aus dem ursprünglichen Zellkerne entstandene Kerne aufweisen. Bei *Lilium Martagon* nennt er ebenso gebaute Zellen ausdrücklich Drüsenzellen[7] und zieht eine Parallele zwischen diesen und den Tapetenzellen der Staubbeutel und schreibt ihnen chemotropische Wirkung auf den Pollenschlauch zu.

Diese Zellen beschrieb schon viel früher Strasburger,[8] und zwar sehr eingehend für den Griffelkanal von Liliaceen, spricht von stark lichtbrechendem Inhalt derselben und stellt fest, daß auch in den Fruchtknoten hinein Teile dieses Gewebes reichen. Im übrigen beziehen sich die Untersuchungen Strasburger's auf das Eindringen in die Narbe. Lagerberg[9] beobachtete Drüsenzellen bei *Adoxa moschatelina*, glaubt aber, daß die zwei Kerne der Zellen auf amitotischem Wege enstanden seien. Overton[10] endlich spricht von zweizelligen Narbenpapillen, welche die Pollenschläuche in den Griffelkanal dirigieren.

Eine größere Arbeit über das Leitgewebe, »die Tela konduktrix«, stammt von Tschirch[11], von welcher mir nur ein Autorreferat zur Verfügung stand. Der

---

[1] Sachs I., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., 1887, p. 829.

[2] Capus G., Anatomie du tissunconducteur. These présentées a la faculté de soc. de Paris 1879, p. 16, 18, 50 usw.

[3] Molisch H., Zur Physiologie des Pollens mit besonderer Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche. Sitzungsber. der Akad. der Wiss. in Wien, Bd. CII, Heft VII, 1. Abt.

[4] Miyoshi, Über Reizbewegungen der Pollenschläuche. Flora Bd. 78, Heft 1.

[5] Navaschin S., Über das Verhalten der Pollenschläuche bei der Ulme. Bull. d. l'Acad. Imp. d. Se. d. St. Petersbourg. V. Ser., Bd. VIII, Nr. 5, Mai 1898.

[6] Schürhoff P. N., Über das regelmäßige Vorkommen zweikerniger Zellen an den Griffelkanälen von *Sambucus*. Biol. Zentralbl. XXXVI, p. 433, 1916.

[7] Schürhoff P. N., Die Drüsenzellen des Griffelkanals vom *Lilium Martagon*. Biol. Zentralbl. XXXVIII., p. 188, 1919.

[8] Strasburger E., Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang der Phanerogamen, Jena 1884.

[9] Lagerberg, Studien über die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von *Adoxa moschatelina* K. Svensk Vetenskaps Handlingar, Bd. 44, Nr. 3.

[10] Overton, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsprodukte bei *Lilium Martagon*. Festschr. für Naegeli und Kölliger, Zürich 1891.

[11] Tschirch A., Die Tela conductrix. Mitteilung der Berner Naturforschenden Gesellschaft 1919, p. LII (Autorreferat).

Forscher hat eine große Anzahl von Familien untersucht und festgestellt, daß der Pollenschlauch heterotroph und parasitär in einer »kolloidalen« von der primären Membran der inneren Epidermis des Griffelkanals sich ableitenden Membranschicht abwärts wandere, also in einer Schicht, in der »chemische Arbeit geleistet werde«. Er zeigt drei verschiedene Möglichkeiten des Abwärtsgleitens. 1. Es ist nur die verschleimte subkutikulare Partie der Membran, in die der Pollenschlauch, oben die Kutikula durchbohrend, eintritt, und nachdem er in ihr abwärts geglitten, wieder die Kutikula durchbohrend austritt, falls diese nicht früher resorbiert wurde. 2. Es steht dem Pollenschlauch auch die verschleimte Interzellularsubstanz der nächstliegenden Zellreihen zur Verfügung. 3. Es ist ein geschlossenes Gewebe vorhanden und der Pollenschlauch schlängelt sich zwischen den Zellen durch, nachdem er die Kutikula der Narbenpapillen durchbrochen hat.[1] Tschirch nennt die Bewegung des Pollenschlauches eine paratonische und bezeichnet einerseits die Narbe, andrerseits das Ovolum als Bewegungszentren. Der von der Narbe ausgehende Reiz muß seinen Sitz in der subkutikularen Schleimmembran haben, der vom Ovolum ausgehende Reiz im Embryosack. Der Pollenschlauch verhalte sich negativ chemotropisch gegen Zellbestandteile, aber positiv chemotropisch gegen die Membranbildenden Sacharide und diese seien in der kolloidalen Membranpartie der Tela konduktrix vorhanden.

Anschließend an die angeführten Beobachtungen der genannten Forscher will ich im folgenden die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen darlegen, die ich an Griffeln ausführte, bei denen ich aber mein Augenmerk nicht ausschließlich auf das Leitgewebe richtete, sondern den gesamten anatomischen Bau studierte.

Die Anregung zu dieser für mich ungemein lehrreichen und interessanten Arbeit verdanke ich Herrn Hofrat Prof. Dr. H. Molisch, meinem hochverehrten Lehrer, und spreche ihm dafür sowie für die vielfache Unterstützung während der Arbeit meinen wärmsten Dank aus.

Gleichzeitig muß ich Herrn Dozenten Dr. G. Klein und Herrn Dr. J. Kisser für gütige Hilfe vielmals danken.

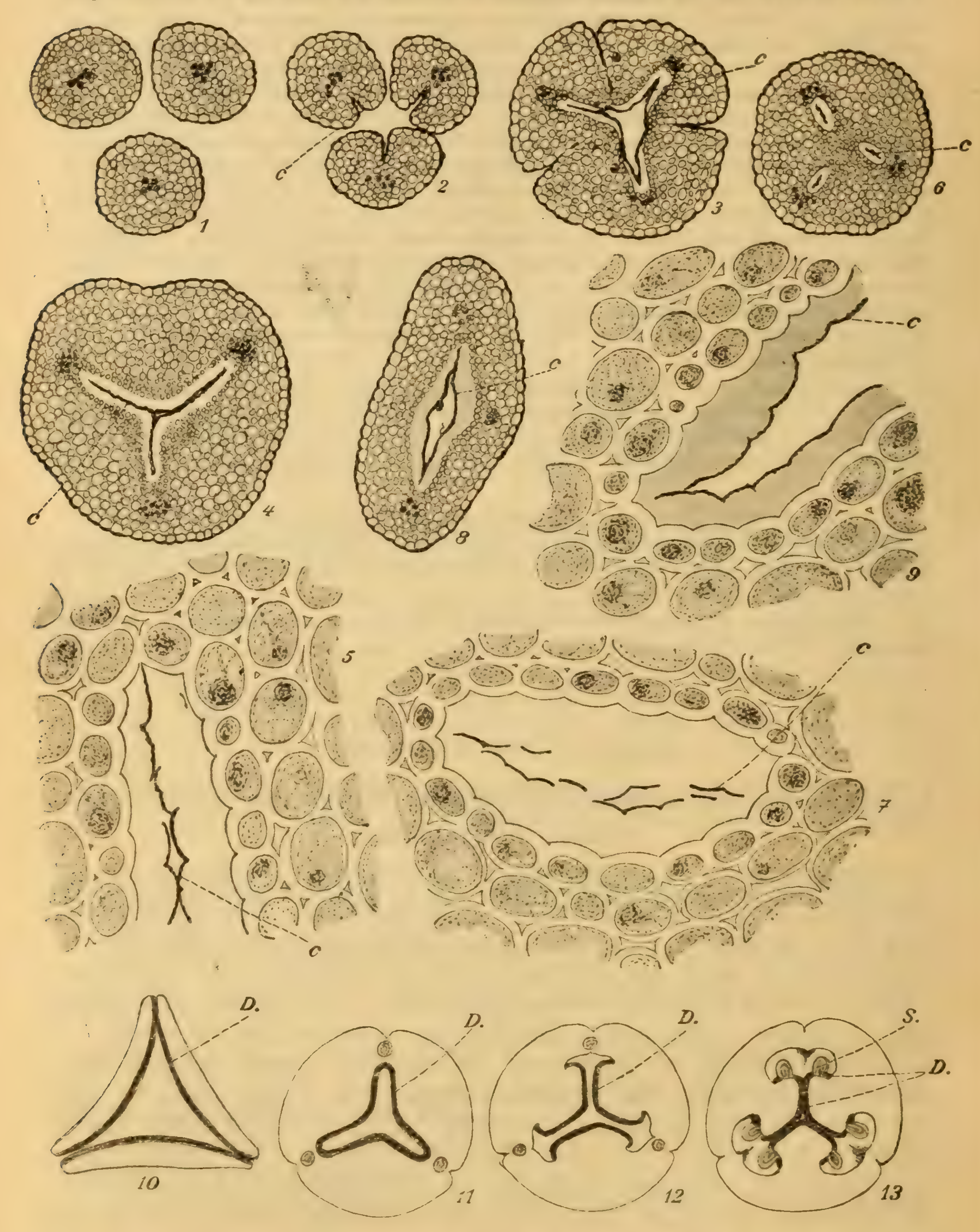
Eigene Untersuchungen.

1. Das Vorkommen einer Kutikula im Innern des Griffelkanals einiger Monokotylen.

Auf einem Querschnitt durch den Griffel von *Clivia nobilis* oder *miniata* fällt einem eine vielfach verzähnte Lamelle auf, die sich frei im Innern des dreiteiligen Griffelkanals befindet. Fig. 4 der Abbildung zeigt das Bild eines solchen Schnittes. Die Kutikula, welche die äußere Epidermis überzieht, und die Innenlamellen sind kräftiger gezeichnet. Untersucht man solche Schnitte in Sudan-III-Glyzerin, so färbt sich die Lamelle ebenso deutlich, wie die äußere Kutikula. Auf Serienschnitten, von denen einige in den Fig. 1 bis 4 (p. 4) dargestellt sind, konnte ich die Herkunft dieser losen Kutikula feststellen. Die drei Teile der Narbe sind außen von einer Kutikula bekleidet. Noch ehe der Zusammenschluß zum Griffel erfolgt, stülpt sich jeder Teil gegen das zentralgelegene Gefäßbündel

[1] Vgl. auch Rittingshaus l. c., der dieses Durchbohren der Kutikula nur als ein Anschmiegen des Schlauches an die Membran der Papille bezeichnet, nachdem durch den Pollenschlauch die Kutikula abgelöst worden war. Rittingshaus gibt hierzu eine Abbildung.

ein, wobei bie Kutikula bis gegen dieses Gefäßbündel gelangt. An den Stellen, wo die Narbenteile sich aneinander legen, entsteht eine sogenannte Naht, und zwar eine Kutikularnaht, wie sie Haberlandt[1]



für Kronblätterverwachsungen anführt. Die Kutikula wird resorbiert und es bildet sich das gleichmäßige Parenchym des Griffels, das ein sehr lockeres Gefüge zeigt. Diese Entstehung der Nähte des

[2] Haberlandt G., Physiologische Pflanzenanatomie, 5. Aufl., Leipzig 1918, p. 113.

Griffels und Fruchtknotens wird von Fritsch[1] erwähnt und ist wohl allgemein bekannt. Allmählich löst sich nun die Kutikula, die im Innern des entstandenen Kanals geblieben ist, von den Zellmembranen los und bleibt als kontinuierliche, nur selten unterbrochene Lamelle bis in das Innere des Fruchtknotens erhalten. Fig. 5 zeigt ein Ende des Kanals, in dem sich eben die Kutikula von den Zellwänden abgelöst hat.

Bei den anderen Amaryllidaceen findet man ebenfalls diese lose innere Kutikula, wenn auch manchmal nur in ganz kleinen, schwer auffindbaren Resten. Sehr deutlich ist sie bei allen *Narcissus*-Arten, von denen eine größere Anzahl untersucht wurde, *Narcissus montana, N. Jonquilla, N. pseudo Narcissus, N. stelliflorus, N. poeticus* u. a. Fig. 8 und 9 zeigen einen Querschnitt durch den Griffel von *N. montana,* die ursprüngliche Dreiteilung des Griffels ist nur an den drei Gefäßbündeln erkennbar, der Kanal ist ein einheitlicher Hohlraum, der in tieferen Partien enger wird. Die abgelöste Kutikula ist von einer schleimigen, aber durchsichtigen Masse begrenzt, was mit den Angaben Tschirchs[2] übereinstimmt. *Leucojum vernum* und *Galanthus nivalis* haben drei kleine Griffelkanäle, in denen man die Reste einer Kutikula immer findet. Fig. 6 und 7 beziehen sich auf *Galanthus*. Der Griffel von *Galanthus* ist sehr zart, aber sonst nur durch die Dimensionen von dem Griffel von *Clivia* unterschieden. *Leucojum* dagegen zeigt einen ganz abweichend gebauten Griffel. Die Epidermiszellen haben ähnliche Papillen wie sie die Blütenblätter öfters aufweisen, die verdickte Partie des Griffels, die reichlich Chlorophyll enthält, hat ein schwammiges Gefüge, die großen Parenchymzellen sind locker aneinandergefügt und erscheinen bei dickeren Schnitten maschenartig ineinandergreifend.

Der Inhalt der Zellen, welche die Kanäle umgeben, ist dunkler gefärbt als der der Parenchymzellen und gibt mit Anilinblau kräftige Färbung, besonders in den den großen Kernen zunächstliegenden Partien. Reaktionen auf Fette, Eiweißstoffe, Pektine und Schleime waren von negativem Erfolg, dagegen scheinen die Zellen sehr plasmareich zu sein. Bei Liliaceen konnte ich keine Kutikula im Innern der Griffelkanäle finden, ein einziges Mal sah ich auf einem Schnitt durch den Griffel von *Hyacinthus orientalis* einen kleinen Rest an der inneren Epidermis haften. Hier dürfte die Kutikula also frühzeitig resorbiert werden und es dürften die sie bildenden Substanzen zu anderen Zwecken verwendet werden.

Interessant sind die Verhältnisse bei *Iris.* Untersucht wurde *Iris pumila* und *Iris germanica.* Der Griffel fällt durch seine drei blütenblattartig gebildeten Narbenteile auf, die sich im Innern der Blumenkrone zum Griffel vereinigen. Jedes Narbenblatt hat auf der Oberseite eine Längsfurche, welche durch eine Einstülpung der Epidermis gebildet ist. Zwei Lappen bedecken die Furche. Sie sind außen mit einer Kutikula wie die übrige Epidermis des Narbenteiles bekleidet, innen von Zellen ohne Kutikula begrenzt, und zeigen, ebenso wie die anderen Epidermiszellen dieser Furche, einen Zellinhalt, der demjenigen gleicht, der für *Narcissus* beschrieben wurde. Bei einem Griffel einer eben erblühten *Iris germanica*

---

[1] Wiesner J. und Fritsch K., Organographie und Systematik der Pflanzen, 3. Aufl. 1909, p. 170.

[2] Tschirch, l. c.

waren diese Zellen reichlich mit Stärke erfüllt, die durch die Jodreaktion ohne weiteres erkennbar sind. Dies ist ein seltener Fall, da Stärkekörner im allgemeinen in Epidermiszellen nicht vorkommen. Die Narbenblätter verwachsen nun an den Außenrändern und neben der Furchenbildung, also an sechs Stellen. Dadurch entstehen drei Hohlräume, die mit Kutikula ausgekleidet sind, ferner im Innern drei sich vereinigende Hohlräume, die keine Kutikula besitzen, sondern von den stärkehältigen oder plasmareichen Zellen umgeben sind. In der Epidermis, welche die drei erstgenannten Hohlräume auskleidet, kann man wiederholt Spaltöffnungen finden, wie sie am Außenrand des Griffels und auf beiden Seiten der Narbenblätter häufig vorkommen. Eine Spaltöffnung im Innern eines Griffels ist ein ganz überraschender Anblick, wenn man nicht die phylogenitische Entstehung bedenkt. Weiter unten wird diese Kutikula resorbiert, sie entspricht derjenigen, welche bei *Clivia* etc. die Nähte bildet, es entsteht ein einheitliches Parenchym. Der dreiteilige Kanal im Innern kann bis in den Fruchtknoten verfolgt werden. In den tieferen Partien findet man in den auskleidenden Zellen bei beiden Arten immer reichlich Stärke. Es liegt also die Ansicht nahe, daß in den höher liegenden Partien die Stärke in Zucker umgewandelt wird, welcher als Reizmittel auf den Pollenschlauch wirken kann. In tieferen Partien, in der Nähe des Fruchtknotens, sieht man wieder drei von Kutikula bekleidete Hohlräume, diese sind die oberen Endigungen der drei Fruchtknotenfächer; in der Wand (späteres Endokarp) treten wieder häufig Spaltöffnungen auf. In diese Hohlräume öffnet sich nun an jener Stelle das stärkeführende Gewebe des zentralen Kanals, wo oben die innere Verwachsung der Narbenblätter stattgefunden hat, so daß ein ununterbrochener Verlauf des leitenden Gewebes von dem Narbenblatt bis zur Samenanlage zustande kommt.

Bei *Gladiolus* sind die Narben seitlich zusammengedrückte, nach innen offene Röhren, die an den Rändern Papillen tragen, deren Inhalt an die bei Liliaceen beobachteten Drüsenzellen erinnert. Diese Narben haben auch an den inneren Wänden (der morphologischen Oberseite) eine Kutikula, welche dann, wenn die Narbenteile sich zum Stylus zusammengeschlossen haben, bis dicht über den Fruchtknoten erhalten bleibt. Hier verschwindet sie allmählich, ist im Fruchtknoten nicht mehr vorhanden und es öffnet sich das leitende Gewebe gegen die Samenanlagen *(Gladiolus comm.)*.

Der Griffel von *Crocus lutea* besitzt innen einen dreiteiligen Kanal, in dem die Kutikula bis in den Fruchtknoten hinein beobachtet werden kann. Die Zellen, die den Kanal umgeben, erinnern an die bei *Narcissus* beschriebenen und enthalten niemals Stärke. Interessant ist, daß bei den Griffeln von *Crocus lutea*, *Crocus imperialis* und *Crocus versicolor* der obere Teil des Fruchtknotens sich als Hülle um den Griffel legt, außen und innen von einer Kutikula bekleidet ist und, den Griffel gleichsam

stützend, ihn fast zur Hälfte seiner Länge umgibt. Wie diese Verhältnisse bei anderen *Iris*-Arten sind, konnte vorläufig nicht festgestellt werden.

Bei *Canna indica* ist der Griffel ganz unsymmetrisch gebaut. Es ist nur seitlich ein kleiner Griffelkanal vorhanden, indem die Reste einer Kutikula deutlich sichtbar sind. Es macht den Eindruck, als ob ebenso wie die sechs Staubblätter bis auf eines korollinisch ausgebildet sind, auch zwei der Fruchtblätter ihre Funktion als Leitorgan aufgegeben haben und nur das dritte noch mit dem einen Kanal die Arbeit leistet. Der ganze Querschnitt durch den Griffel gleicht mehr dem eines Blumenblattes als dem eines Griffels.

Von Orchideen wurden vorläufig nur *Cephalanthera longifolia* und *Coelogyne massangeana* untersucht. Eine Kutikula im Innern des Griffelkanals konnte bis jetzt nicht beobachtet werden. Der Kanal ist nicht dreiteilig, sondern es gehen von einem etwas breiteren Mittelteil rechts und links zwei gebogene Stücke aus. Die Zellen sind englumig, die Membranen sind verschleimt, was durch die Reaktion mittels Kupfersulfat und Kalilauge an der hellblauen Färbung der Gewebepartien leicht kenntlich ist.[1] Bei *Cephalanthera* ist das Gynostemium zarter, folglich auch die sonst gleichen Verhältnissen entsprechend kleineren Maßstabs.

Weitere Untersuchungen über das Vorkommen einer Kutikula sind im Gange und es sei jetzt nur darauf hingewiesen, daß auch bei dikotylen Blüten eine Kutikula beobachtet werden konnte. Unter anderem im Griffelkanal von *Digitalis purpurea*, dessen zweiteilige Narbe an der Oberseite mit Papillen bedeckt ist, die mit einer feinen Kutikula überzogen sind. Im Innern des Griffels befinden sich kleine drüsige Zellen, die den Kanal umgeben, in sehr lockerem Gefüge stehen und zwischen denen sich lose die abgelöste Kutikula befindet. Diese leitenden Zellen sind in mehreren Reihen vorhanden und werden von einem Ring zarter kollenchymatischer Zellen umgeben. Es wird interessant sein, zu untersuchen, wie die Verhältnisse bei jenen Pflanzen liegen, bei denen die Zahl der Griffel mit der Zahl der Fruchtfächer nicht übereinstimmt, was weitere Untersuchungen aufklären sollen.

2. Bau und Verlauf des Drüsengewebes im Griffelkanal einiger Liliaceen.

Die von den in der Einleitung aufgezählten Autoren beschriebenen Drüsenzellen konnten im Griffelkanal mehrerer Liliaceen beobachtet werden. Untersucht wurden: *Hyacinthus orientalis, Muscari racemosa, Scilla maritima, Convallaria majalis, Veltheimia capeneis, Kniphophia uvaria, Tulipa hortensis, Lilium Martagon, Lilium candidum, Fritillaria imperialis, Ornithogalum Boucheanum* und *O. collium.*

[1] Molisch H., Die Mikrochemie der Pflanze, II. Aufl., Jena 1921. p. 349.

Der Querschnitt des kurzen Griffels von *Hyacinthus orientalis*, der in allen Gärten gezogenen Gartenhyazinthe, zeigt einen deutlichen weiten, dreiteiligen Kanal, in dem man nur an Schnitten dicht unter der dreiteiligen Narbe kleine Restchen einer Kutikula an der einen oder anderen, der den Kanal auskleidenden Zellen sehen kann. Tiefer unten werden diese Zellen papillös und weisen einen stark lichtbrechenden Inhalt auf. Auch am äußeren Rande der drei Gefäßbündel sind die Zellen mit der gleichen Masse erfüllt. Scharlachrot wird von diesem Zellinhalt nicht gespeichert, wohl aber wird mit Anilinblau intensive Blaufärbung erzielt. Bei Behandlung mit Rutheniumrot = Rutheniumsesquichlorid in ammoniakalischer Lösung tritt langanhaltende Weinrotfärbung ein, was nach Mangin[1] den Schluß auf Pektine gestattet, die hier reichlich angesammelt sind.

Die Griffel von *Muscari rac.*, *Scilla mar.* und *Kniphophia uv.* weisen keine Besonderheiten auf und ähneln in ihrem Bau dem eben beschriebenen. Am Außenrande dieser sowie aller folgenden Liliaceengriffel konnten stets deutliche Spaltöffnungen beobachtet werden. Sie haben in den unteren Partien eine größere Atemhöhle als in den oberen, sind häufig etwas eingesenkt und ihre Schließzellen zeichnen sich durch dicke Membranen aus. Im Griffelkanal von *Convallaria majalis* ist eine Reihe papillös vorgewölbter Zellen vorhanden. Eine Kutikula konnte jedoch niemals beobachtet werden und wenn Tschirch[2] diesen Fall als den einfachsten für die Bildung einer kolloidalen Schicht als Gleitzone mit *Narcissus* zusammen erwähnt, so kann das nur so aufgefaßt werden, daß in beiden Fällen nur eine Reihe von Kanalzellen vorhanden ist, wobei ich aber glaube, daß die Membran von *Narcissus* tatsächlich eine kolloide Absonderung gegen die abgehobene Kutikula ausscheidet, in der sich der Pollenschlauch abwärts bewegen kann, während es bei *Convallaria* sowie bei allen untersuchten Liliaceen den Anschein hat, als ob die Absonderung eines Reizmittels auf den Pollenschlauch vom Plasmakörper der Zelle ausgeht, worauf auch die großen Kerne dieser Zellen hinweisen. Der Griffel von *Veltheimia* besitzt drei Kanäle. Das Parenchym ist sehr locker und zartwandig. Die Kanalzellen gleichen denen von *Hyacinthus* und lassen sich ebenfalls bis in den Fruchtknoten verfolgen.

Den Verlauf des Drüsengewebes verfolgte ich eingehend an vollständigen Schnittserien durch den Griffel und Fruchtknoten von *Tulipa hortensis*, von der es in Lehrbüchern allgemein heißt, daß die Narbe unmittelbar dem Fruchtknoten aufsitze. Da aber ein zirka 4 *mm* langes Stück unter der Narbe ganz gleich dem Griffel einer Lilie oder einer Kaiserkrone gebaut ist, und erst nach dieser Zone die Plazentabildung beginnt und der Ansatz der Samenknospen, so glaube ich dieses Stück als Griffel bezeichnen zu können. Auf Tafel I ist in Fig. 2 ein kleines, schematisches Bild dieser Verhältnisse gegeben. Die Figuren 10, 11, 12, 13 (p. 4) der Textabbildungen geben schematische Darstellungen der Verteilung des Drüsengewebes, welches dunkler gehalten wurde. Die Verwachsung der drei Narbenteile, die nicht nur an der Innenseite sondern auf der ganzen Oberfläche mit ein- bis mehr-

[1] Mangin L., Sur l'emploi du rouge de ruthenium en anatomie végétale (Comptes rend., 1893, t. 116, p. 653).

[2] Tschirch, l. c.

zelligen Drüsenhaaren bedeckt ist, findet an den Außenrändern statt, so daß ein dreiteiliger Kanal frei bleibt.

Diese Narbenpapillen sind vielfach in Lehrbüchern abgebildet. Unter der Verwachsungsstelle teilt sich das Gefäßbündel, von dem man Endigungen in den Narbenteilen sieht. Dieses Gefäßbündel kann dann an der Nahtstelle bis in die tiefsten Teile verfolgt werden. Der Kanal wird nach unten enger und kleiner. Die Drüsenzellen entsprechen ganz den von Schürhoff[1] gegebenen Beschreibungen der Drüsenzellen von *Lilium Martagon.* Sie zeigen sehr große Kerne, die oft fast den ganzen Zellraum füllen. Der dreiteilige Mittelkanal öffnet sich gegen das Gefäßbündel zu, in tieferen Lagen zu drei neuen Kanälen, deren nach innen gekehrte Wand von dem Drüsengewebe bekleidet ist (Fig. 12). Diese Wand wird von einem Gewebestrang durchbrochen, der sich dann zur Bildung der Samenanlagen einrollt (Fig. 13). Fig. 1 auf Tafel I zeigt dies im Längsschnitt auf einem Querschnitt durch den Fruchtknoten. Deutlich läßt die Färbung mit Alaunkarmin die Drüsenzellen an ihren enormen Kernen erkennen. Es ist demnach ein vollkommener kontinuierlicher Zusammenhang der Drüsenschichte von der offenen Narbe bis zur Mikropyle vorhanden, so daß der Pollenschlauch mit größter Leichtigkeit den Weg zu derselben finden kann; ein Durchwachsen von Gewebepartien ist hier durchaus nicht notwendig.[2]

Es sei bei dieser Gelegenheit erwähnt, daß von der gegen das Gefäßbündel liegenden Seite der drei Fruchtknotenfächer mehrzellige Drüsenhaare in das Innere zwischen die zwei Samenknospenreihen hineinragen. Es kommen ferner in jeder Parenchymzelle, besonders im oberen Teil des Griffels, Öltropfen vor, die sich nach Behandlung mit Scharlachrot lebhaft und dauernd färben. Es ist ätherisches Öl, was auf analoge Weise nachgewiesen wurde wie bei dem Griffel von *Echeveria.*[3] Die zahlreichen Spaltöffnungen haben starke Kutikularleisten und fallen besonders auf der Narbe auf, wo sie auch zwischen den Papillen vorkommen.

Im Handbuche Organographie und Systematik der Pflanzen von Wiesner-Fritsch[4] wird der Griffel von *Fritillaria* als Übergangsbildung zwischen den drei Griffeln von *Colchicum* und dem einen Griffel von *Lilium* angeführt. Dieser Griffel wurde aus anderen Gründen besonders genau untersucht und es konnte folgendes festgestellt werden. Die drei Narbenteile, die nicht sehr weit auseinanderweichen, sind leicht eingerollt und sind an der Innenseite, aber auch an der Außenseite dicht mit Trichomen bedeckt, die meist einzellig sind. Zwischen diesen und auch sonst auf der ganzen Oberfläche sind wieder zahlreiche Spaltöffnungen. An der Innenseite erscheinen die Zellen bald nach dem Verwachsen der Narbenteile als das bereits bekannte Drüsengewebe. Die Verwachsung erfolgt an den Rändern der nur wenige Zellschichten

---

[1] l. c.

[2] Wie auch Straßburger schon angenommen hat (vgl. p. 3).

[3] Vgl. p. 13.

[4] l. c., p. 174.

zählenden Narbenteile, so daß ein ziemlich weiter, einheitlicher, dreiteiliger Kanal entsteht. Kutikula ist innen keine vorhanden, das Drüsengewebe aber läßt sich leicht bis zu den Samenanlagen verfolgen, die sehr schön entwickelt sind und bei denen wieder jedes Integument sowie die Embryosäcke mit eigener Kutikula bekleidet sind. Anatomisch ist also kein Unterschied gegenüber dem Griffel vom *Lilium*, nur daß die Narbenteile etwas anders geformt sind.

Die Drüsenzellen sind an Größe und Form nicht sehr von den früheren unterschieden, doch ist es hier mit einiger Sicherheit gelungen, den Inhalt derselben festzustellen. Um eine Kontrolle zu ermöglichen, seien hier einige Reaktionen angeführt:

1. Stärkereaktion — negativ,
2. Millons Reagens — auf Eiweis — negativ,
3. Sudan III Glyzerin — Inhalt derselbe Farbton wie die Kutikula des Außenrandes,
4. Anilinblau — intensive Blaufärbung, dunkler als die Plasmainhalte der anderen Zellen,
5. Scharlachrot — keine Färbung,
6. Rutheniumrot — keine Färbung,
7. Kupfersulfat und Kalilauge — hellblaue Färbung der Zellinhalte,

8. Zuckerreaktion nach Molisch.[1] α-Naphthol und konzentrierte Schwefelsäure ergab zarte Rotlilafärbung im selben Farbton wie es die Kontrollreaktion auf den Nektarien am Grunde der Korollblätter ergab. Es dürften also in diesen Zellen zuckerhaltige Schleime abgesondert werden, womit die Reizwirkung dieser Zellen genügend erklärt wird. Man kann sich diese Erscheinung sehr gut so erklären, daß die Stoffe, welche die Pflanze zur Kutikulabildung brauchen würde, hier zur Bildung dieser Reizstoffe verwendet werden. Dort, wo keine Reizstoffe mehr nötig sind, an den Integumenten (das Drüsengewebe reicht ja bis zu den Samenanlagen), ist die Kutikula wieder ausgebildet.

Auf diese Art ist die Entstehung aller bisher genannten Griffel aus der Verwachsung dreier Fruchtblätter zu erklären, gleichviel ob innen eine Kutikula vorhanden ist oder fehlt. Durch die mehr oder weniger verdickten Membranpartien der Drüsenzellen aus dem Innern des Kanals diffundiert das Sekret. Die Drüsenzellen und Papillen der äußeren Epidermis haben eine feine Kutikula.

Von den bisher beschriebenen Typen weicht der Bau des Griffels von *Ornithogalum Bouchéanum* einigermaßen ab. Es finden sich in den inneren Drüsenzellen des Griffelkanals, die in Fig. 4 auf Tafel I abgebildet sind, Tropfen aetherischen Öles, ebenso sind in den äußeren Parenchymschichten häufig ganze Ansammlungen

---

[1] Molisch, H. l. c., p. 118.

dieser Tropfen. Eine Differenzierung derselben von den Zellkernen erzielt man durch Behandlung mit Anilinblau. Die Kerne und Plasmareste erscheinen blau, während die Tropfen ungefärbt bleiben, dagegen erzielt man kräftige Färbung mit Scharlachrot. Die äußere Epidermis zeigt einen ganz auffälligen Anblick (Fig. 5 auf Tafel I). Am Querschnitt fallen die Kutikularschichten unter der Kutikula auf, welche mit Chlorzinkjod braun werden und in ziemlich regelmäßigen Abschnitten Buckel aufweisen. Die darunterliegenden, nach innen verdickten Membranpartien geben Zellulosereaktion. Am Oberflächenschnitt, Fig. 6, sieht man, daß diese Buckel kleinen Kratern gleichen, von denen Leisten strahlenförmig ausgehen. Da mit Rutheniumrot intensive, dunkle Weinrotfärbung dieser Partien eintritt, kann man annehmen, daß sie verschleimen, was damit übereinstimmt, daß sich der Griffel sehr glatt anfühlt. Außer den Öltröpfchen sind auch kleine feste glänzende Einschlußkörper vorhanden, die an die bei *Hyacinthus* beschriebenen erinnern. Die Narbenpapillen sind in Fig. 3 auf Tafel I dargestellt. Sie sind sehr groß, sehr dickwandig und besitzen riesige Kerne. Dies spricht für sezernierende Tätigkeit. Im ganzen Griffel finden sich zahlreiche Raphidenschläuche, wie sie für *Galanthus*-Fruchtknoten bekannt sind.

Es wurde auch eine zweite Art, *Ornithogalum collinum,* untersucht. Der Bau des Griffels ist ganz gleich. Raphiden kommen in gleicher Menge vor, die Öltröpfchen fehlen aber hier in den äußeren und inneren Zellreihen. Letztere sind so gebaut, wie bei den früher beschriebenen Gattungen. Dagegen ist die Verschleimung der äußeren Gewebepartien weiter vor sich gegangen, die deutliche starke Rotfärbung bei Behandlung mit Rutheniumrot erstreckt sich auf mehrere Zellreihen nach dem Innern zu.

Die Griffel von *Lilium martagon* und *Lilium candidum* zeigen gar nichts besonderes im Bau. Die Narben, so kompakt sie erscheinen, sind an der Stelle, wo der Griffelkanal sich bildet, offen. Die oben erwähnte Reaktion auf Zucker gab auf der frischen Narbe eine sehr zarte Lilafärbung, was auf ganz geringe Mengen Zucker schließen läßt.

Schürhoff[1] beschreibt zwei kernige Zellen im Innern des Griffelkanals von *Lilium martagon.* Ich habe weit über hundert Schnitte durch diese Partien untersucht, die Schnitte waren meist so dünn, daß zweifellos nur eine Zellschichte getroffen war. Die Kerne waren mit Alaunkarmin gefärbt, so daß ein Übersehen ganz unmöglich war, dennoch konnte ich wohl sehr große Kerne, oft abweichend geformte Kerne, finden, doch niemals zwei Kerne in einer Zelle. Vielleicht sind besondere äußere Umstände erforderlich, um diese Zweikernigkeit zu bewirken. Es wurden mit *Lilium Martagon* und *Lilium candidum* Bestäubungsversuche in der bekannten Art vorgenommen. Die Griffel wurden 24, 36, 48 und 60 Stunden nach der Bestäubung in 96 $^0/_0$ Alkohol fixiert und dann untersucht. Bei *Lilium Martagon* waren die Pollenschläuche nach 48 Stunden sechs Zellschichten unter die Narbe eingedrungen, während die erst 24 Stunden lang in zehnprozentiger Zuckerlösung zum Keimen gebrachten Pollenkörner doppelt so lange Schläuche besaßen. Die

[1] Schürhoff, l. c., p. 192.

Name der Blüte	aufgeblüht	bestäubt	fixiert	Schnitte unter der Narbe 1 *cm*	2 *cm*	3 *cm*	tiefer
Lilium Mart. Bl. I.	6./VI. 7^h	6./VI. 18^h 30	8./VI. 8^h	Pollenschlauch bis Narbenansatz	—	—	—
Bl. III.	6./VI. 17^h	6./VI. 18^h 40	9./VI. 8^h	Pollenschlauch 3 Zellreihen unter der Narbe	—	—	—
Lilium cand. Bl. A.	18./VI. 21^h	18./VI. 21^h 30	22./VI. 8^h	viele Pollenschläuche füllen den Kanal	einzelne Pollenschläuche im Kanal	ein Schlauch	—
Bl. B.	18./VI. 15^h	19./VI. 7^h	22./VI. 8^h	viele Pollenschläuche füllen den Kanal	wenige Schläuche	—	—
Bl. E.	20. bis 21./VI. Nacht	21./VI. 12^h	22./VI. 8^h	zahlreiche Schläuche	einzelne Schläuche	—	—
Bl. M.	21./VI. 19^h	21./VI. 19^h 15	22./VI. 8^h	zahlreiche Schläuche in der Narbe	—	—	—

Konzentration des Zuckers muß also in den Drüsenzellen eine viel geringere sein. Dies stimmt auch mit der schwachen Reaktion auf p. 10 überein. Bei *Lilium candidum* fand ich die längsten Pollenschläuche nach 60 Stunden zirka 3 *cm* unter der Narbe im Griffelkanal. Vorstehende Tabelle gibt eine Vorstellung dieser Tatsachen.

Man kann beobachten, wie die Pollenschläuche durch den offenen Narbenraum in großen Massen in den Griffelkanal eindringen und diesen oft ganz ausfüllen. Die Äußersten eilen am weitesten voraus, sich eng an die Kanalzellen schmiegend. Fig. 7 auf Tafel I zeigt ein kleines Stückchen der Drüsenzellen mit dem darüberliegenden Schläuchen, die hier so plasmareich sind, daß sie durch Färbung mit Alaunkarmin sehr deutlich sichtbar werden. In den Narbenteilen kann man das Schlängeln der Schläuche um die Papillen leicht beobachten, doch niemals ein Eindringen in das Narbengewebe, sondern alle Schläuche suchen den Kanal zu erreichen. Man kann allerdings auch des öfteren Schläuche beobachten, die von ihrem Wege abirren und ins Freie wachsen. Dies kann man mit der Lupe an der unverletzten bestäubten Narbe sehen. Die Versuche waren an abgeschnittenem Material ausgeführt worden, es waren also ungünstigere Bedindungen als im Freien, wenn auch die Blüten in frischgewechseltem Wasser im sonnigen, warmen und luftigen Versuchsraum gestanden sind. Die Versuche werden deshalb an im Freien stehenden Objekten wiederholt werden, um einwandfrei feststellen zu können, wie lange es dauert, bis ein Pollenschlauch den weiten Weg von der Narbe bis zur Samenanlage zurücklegt. Besonders interessant dürfte dies bei *Colchicum autumnale* sein, das ungemein lange Griffel besitzt.

3. Ätherisches Öl im Griffel von Echeveria imbricata.

Die untersuchten Pflanzen stammen aus den Glashäusern des Wiener Botanischen Institutes. Die Pflanzen blühten im Jänner sehr reich, so daß Griffel von verschiedenen Exemplaren untersucht werden konnten. Kurz nach Öffnen der Blüte bemerkt man an jeder Spitze der fünf apokarpen Griffel einen leuchtenden Tropfen. Bringt man diesen auf einen Objektträger und setzt Scharlachrot zu, so erzielt man eine kräftige Farbstoffspeicherung in dem Tropfen. Das gleiche Ergebnis liefert der Zusatz von Sudan III-Glyzerin. Der Glanz des Tropfens ließ auf eine Ölabsonderung schließen. Um zu entscheiden, ob es sich um fettes oder ätherisches Öl handelt, wurde die Reaktion von Mesnard[1] ausgeführt. Im hängenden, stark süßen Glyzerintropfen wurden Schnitte und auch ganze Griffelspitzen der Einwirkung von Salzsäuredämpfen, die sich auf dem Objektträger zwischen den Ringen befand, ausgesetzt. Die rasch auftretenden und gleich wieder verschwindenden Öltröpfchen

---

[1] Mesnard E., Rech. sur le mode de production de parfum de la fleur. Compt. rend. 1892, T. 115, p. 892.

ließen mit Sicherheit auf ätherisches Öl schließen. Die Herkunft dieses Öles wurde mittels mehrerer Schnittserien durch ganze Griffel festgestellt. Die Schnitte wurden sofort in Scharlachrot untersucht, um das ölhältige Gewebe leichter aufzufinden. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist folgendes: Auf einem Querschnitt durch die Übergangszone zwischen Fruchtknoten und eigentlichem Griffel, die äußerlich gar nicht sichtbar wird, sieht man vor allem den Raum, in dem sich die Plazenta aus den einwärtsgerollten Fruchtblatträndern bildet. Das spätere Endokarp ist mit einer Kutikula versehen, die sofort durch Speicherung des roten Farbstoffes auffällig wird. Zu beiden Seiten des Einschnittes ist ein Zellkomplex bemerkbar, dessen Zellen viel inhaltsreicher erscheinen und kleiner als die Nachbarzellen sind. Weiter oben legen sich die Fruchtblattränder enger zusammen, es entsteht eine Kutikularnaht; die inhaltsreichen Zellen nehmen einen bedeutend größeren Raum ein. In der nächst höher liegenden Partie kann man das beginnende Verschmelzen der bedeutend vermehrten Zellen beobachten, sowie auch die ersten Andeutungen der Rotfärbung. Unter der Griffelspitze endlich sieht man nur mehr einen das Sekret führenden Zellkomplex, der den größten Teil des Querschnittes einnimmt Fig. 8 auf Tafel I. Im Innern ist das intensiv rotgefärbte Sekret als Flüssigkeitstropfen vorhanden. Der Hohlraum, der die Samenanlagen umschließt, ist auf jedem höher geführtem Schnitt enger, bildet endlich nur mehr einen kleinen, von Kutikula ausgebildeten Spalt, um dann ganz zu verschwinden. Ein Zusammenhang zwischen dem Ölkanal und der Fruchtknotenhöhlung ist also nicht vorhanden.

Fig. 9 stellt einen schematischen Längsschnitt durch ein Fruchtblatt dar und den an der Spitze austretenden Öltropfen. Um einigen Aufschluß darüber zu erhalten, welchen Vorteil die Pflanze von dem im Griffel gebildeten ätherischen Öl ziehen könne, wurden die Filamente, die Blütenblätter und die Spitzen der ersten Laubblätter dicht unter den Blüten, die makroskopisch betrachtet, eine gewisse Ähnlichkeit mit den Griffelspitzen haben, untersucht. Ätherisches Öl wurde nirgends gefunden. Es liegt die Annahme nahe, daß durch das Vorhandensein des Öles der Griffel längere Zeit empfängnisfähig bleibt, wenn nicht das ätherische Öl selbst eine Duftwirkung auf Insekten ausübt, da die Pflanze in ihren übrigen Teilen geruchlos ist. Auch das Haftenbleiben der Pollenkörner wird in erhöhtem Maße erreicht, die Griffel sind dicht mit denselben bedeckt. Es mag von Interesse sein, daß sowohl in den ganz jungen, noch geschlossenen Blüten der mit Öl gefüllte Griffelkanal schon vorhanden ist, als auch in verwelkten Griffeln noch Reste des ätherischen Öles gefunden werden. Die Untersuchung des Griffels von *Echeveria gibbifolia* ergab den gleichen anatomischen Befund und auch das ätherische Öl wurde festgestellt.

4. Verholzte Epidermis und verholzte Gewebepartien.

Der Griffel von *Nicotiana affinis* fällt durch seine Steifheit auf, sowie auch die Blütenkronröhre gegen das Zerreißen sehr widerstandsfähig erscheint. Querschnitte durch die untere Partie der Blüte zeigen die seltene Erscheinung von deutlicher Verholzung der Kutikularschichten an Epidermen. Fig. 10, Taf. I zeigt eine kleine Übersicht. Im Innern sieht man den außen verholzten Griffel hierauf den Kreis der Staubgefäße, welcher von der auf der Innenseite verholzten Blumenkronröhre umgeben wird. Die äußere Epidermis der letzteren zeigt wohl stark verdickte Wände, doch geben diese deutliche Zellulosereaktion. Die Verholzung kann in der bekannten Weise mittels Phlorogluzin-Salzsäure nachgewiesen werden. Molisch schreibt in seiner Mikrochemie der Pflanze auf p. 342: »Es können auch Korkzellen, zuweilen auch Epidermiszellen verholzen«, daß diese seltene Erscheinung an einem so zarten Gebilde, wie es der Griffel ist, beobachtet wird, ist daher auffällig (vgl. Fig. 11 auf Tafel I). Die verholzte Epidermis des Griffels wird ziemlich häufig von erhabenen Spaltöffnungen unterbrochen, die je ein bis zwei Nebenzellen haben. Der sonstige Bau des Griffels zeigt nichts auffallendes. Ein Griffelkanal im eigentlichen Sinne ist nicht vorhanden, es treten nur Risse oder Spalten im Leitgewebe auf. Dieses ist sehr englumig, die inhaltsreichen Zellen gleichen den analogen Zellen der bisher beschriebenen Griffel. Die Membranen jedoch sind gequollen und man könnte mit Mellink[1] von Interzellularsubstanz, die er bei Wunden in Blättern beobachtet, sprechen. Sie sind stärker lichtbrechend als die Membranen der anderen Zellen und färben sich erst nach Behandlung mit Salzsäure, bei Zusatz von Chlorzinkjod violet. Nach der Veraschung bleibt ein ausgiebiges Aschenskelett zurück, welches bei Zusatz von Salzsäure verschwindet. Bei Zusatz von Schwefelsäure bilden sich die bekannten monoklinen Nadeln des Gipses. Es handelt sich hier also um einen etwas höheren Grad von Kalkeinlagerung in die Membran. *Nicotiana tabacum* zeigt denselben Bau des Griffels, die Spaltöffnungen sind hier seltener, das Aschenskelett zarter.

Eine verholzte Epidermis weist auch die einem Griffel morphologisch gleichkommende obere Endigung der weiblichen Blüte von *Richardsonia Aethiopica (Calla aethiopica)* auf. Auch die nächstfolgende Zellreihe hat meist verholzte Membranen. In den oberen Partien des Griffels ist auch eine zentralgelegene Gewebepartie verholzt, und zwar schreitet die Verholzung gegen die Spitze zu fort. In der Mitte des Gewebes bleibt ein Kanal frei, welcher ein stärker lichtbrechendes Sekret enthält. Den Nachweis der Natur dieses Sekretes muß ich mir für später vorbehalten. In tieferen Partien sieht man nur eine verholzte Zellreihe, die ganz unten vollständig verschwindet. Hier liegen

---

[1] Mellink, Zur Thyllenfrage. Bot. Ztg., 1886, p. 745.

einzellige ziemlich lange Drüsenhaare, welche das Sekret liefern. Die Haare nehmen nach oben zu an Größe ab und sind im obersten Teil des Griffels, welcher die starke auf fünf bis sechs Zellreihen sich erstreckende zentrale Verholzung zeigt, ganz verschwunden. Das Sekret tritt an der Spitze frei aus. Diese Erscheinung kann man sich wohl so begründen, daß der durch das Umherkriechen der kleinen Insekten im unteren Teile der weißen Spatha herbeigeschaffte Pollen an den Sekrettröpfchen haften bleibt und dann seinen Weg zu den drei Fruchtknotenfächern findet. Dieses weibliche Blütenorgan zeigt noch weitere Besonderheiten, die hier erwähnt werden müssen. Am Außenrande sind in der verholzten und tiefer unten in der unverholzten Epidermis einfache, nicht hervortretende kleine, schwer auffindbare Spaltöffnungen vorhanden. Ganz gleiche finden sich auch am späteren Endokarp; die Schließzellen unterscheiden sich nur durch ihren Stärkeinhalt und die verdickten Wände an den sich gegenseitig zugekehrten Seiten von den benachbarten Epidermiszellen. Die Atemhöhle ist sehr klein. Der ganze Blütenkörper ist ferner in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen von Raphidenschlauchzellen durchsetzt. Die Kalkoxalatnatur dieser sehr zahlreich auftretenden Nadelbündel wurde festgestellt. Außer diesen sind aber in eigenen, größeren Zellen, oder von der Endokarpwandung abstehend, Klumpen einer Substanz enthalten, welche, mit konzentrierter Salzsäure behandelt, teilweise verschwinden, und ein sich mit Chlorzinkjod braun färbendes Skelett zurücklassen. Die nähere Untersuchung dieser Einschlußkörper muß für später verschoben werden.

Verholzte Griffelpartien wurden ferner für einige Griffel aus der Familie der Papaveraceen festgestellt. Nachdem selbst in der großen Arbeit von Murbeck[1] keine Erwähnung dieser Erscheinung vorkommt, so sei hier kurz folgendes gesagt. Der Griffel von *Corydalis cava* fällt, wenn die Blütenhülle abgefallen ist, durch seine Derbheit auf. Ein Querschnitt durch denselben zeigt vier Sicheln verholzten Gewebes, zwei größere an den beiden Seiten, zwei kleinere an der Ober- und Unterseite. (Unten bedeutet hier der Achse zugekehrt.) Die Holzsicheln umgeben die vier Gefäßbündel auf der Außenseite, lassen aber einen Zwischenraum frei. Die Epidermis ist nicht verholzt. Ganz analog ist der Bau des Griffels von *Dicentra spiciosa*. Hier sind die verholzten Partien größer, was mit der großen Steife des Griffels übereinstimmt, welcher gleich einem Skelettstück der ganzen weichen Blüte Halt gibt und zum Teil auch die eigentümliche Form verleiht, denn es sieht aus, als ob die zarten Blütenteile sich an den Griffel klammern würden. Ähnlich ist auch der Griffel von *Chelidonium majus* gebaut. Die zarten Blüten unserer einheimischen *Fumaria*-Arten dürften sich auch auf den Griffel stützen. Die Narbe des ganz jungen Mohnfruchtknotens zeigt verholzte Partien, denen unverholzte Zellen bleiben, die das Eindringen des Pollens erleichtern und später das Austreten des Samens ermöglichen. Hierüber sind Untersuchungen im Gange.

---

[1] Murbeck S. W., Untersuchungen über den Blütenbau der Papaveraceen. Kungl Svenska Vetenskapsakdd. Handlingar, Bd. 50, Nd. 1912.

Zusammenfassung.

In den Lehrbüchern der Pflanzenanatomie ist das Hauptgewicht auf die Darstellung der anatomischen Verhältnisse der Vegetationsorgane gelegt, während die Anatomie der Fruktifikationsorgane meist sehr kurz gefaßt ist. Es dürfte daher vielleicht nicht unerwünscht sein, einiges über den Bau von Blütenteilen feststellen zu können. Die Ergebnisse einiger, aus diesem Gedanken heraus unternommenen, Untersuchungen lassen sich in folgendem kurz zusammenfassen.

1. Im Innern der Griffel findet man des öfteren eine ganz oder teilweise erhaltene Kutikula, deren Vorkommen oder Fehlen ganzen Familien charakteristisch zu sein scheint. Bei Amaryllidaceen konnte die Kutikula bei allen untersuchten Arten festgestellt werden. Bei Liliaceen wurde sie nur in einem einzigen Fall, ausnahmsweise als spärliches Restchen, gesehen, sonst fehlte sie stets. Bei *Iris* fehlt die Kutikula, bei *Gladiolus* und *Crocus* ist sie vollkommen erhalten, ebenso bei *Canna*. Bei zwei Orchideen, die untersucht wurden, ist keine Kutikula im Innern nachweisbar.

2. Der Verlauf des Drüsengewebes im Innern des Liliaceengriffelkanals ist ein kontinuierlicher von der Narbe bis zu den Samenanlagen. An den Integumenten, der Samenanlage, am Embryosack, oft an der inneren Epidermis des Fruchtknotens, ist eine Kutikula vorhanden, woraus die Annahme hervorgeht, daß die eine Kutikula bildenden Stoffe durch das kutikulafreie Drüsengewebe verbraucht und ausgeschieden werden.

3. An mehreren Griffeln wurde Absonderung ätherischen Öles in eigenen Gewebepartien in so reichem Maße festgestellt, daß der ganze Griffelkanal davon erfüllt ist (*Echeveria*).

4. Mehrere Griffel zeigen verholzte Gewebepartien, denen mechanische Wirkungen zugeschrieben werden können. In zwei Fällen wurden auch verholzte Epidermen nachgewiesen (*Nicotiana* und *Calla*).

Daß auch an Griffeln Spaltöffnungen vorkommen können, geht schon aus Arbeiten von Wilhelm und anderer Autoren hervor, ferner liegt eine unveröffentlichte Arbeit von Elise Hoffmann vor, in der vereinzeltes Vorkommen von Spaltöffnungen an Griffeln verzeichnet ist. Aus meinen Untersuchungen ergibt sich nun,

5. daß das Vorkommen der Spaltöffnungen am Griffel weit häufiger ist, als man bisher annahm.

Verzeichnis der Abbildungén.

Sämtliche Abbildungen sind nach freien Handschnitten hergestellt. Die Vergrößerung ist zirka 30 mal und 450 mal.

Textfiguren (vgl. p. 4):

Fig. 1. Querschnitt durch die drei Narbenteile von *Clivia nobilis*.

Fig. 2. Querschnitt durch die drei sich zum Griffel vereinenden Narbenteile.

Fig. 3. Querschnitt durch den Griffel nahe unter der Vereinigungsstelle der Narbenteile.

Fig. 4. Querschnitt durch den Griffel von *Clivia* in tieferen Lagen.

Fig. 5. Teil aus einem Querschnitt durch den Griffel von *Clivia* (Ende eines Kanalteiles mit der innen losen Kutikula).

Fig. 6. Querschnitt durch den Griffel von *Galanthus nivalis*.

Fig. 7. Teil aus einem Querschnitt durch den Griffel von *Galanthus nivalis* (ein Kanal mit loser Kutikula).

Fig. 8. Querschnitt durch den Griffel von *Narcissus montana*.

Fig. 9. Lose Kutikula in dem einen Ende des Griffelkanals von *Narcissus montana*. *C* = Kutikula in allen Abbildungen.

Fig. 10, 11, 12 und 13. Schematische Darstellung der Verteilung des Drüsengewebes im Innern des Griffels und Fruchtknotens von *Tulipa*. 10, Narbe, 11, 12, 13, Schnitte durch tiefere Lagen. *D* = Drüsengewebe.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Samenanlage auf einem Querschnitt durch den Fruchtknoten von *Tulipa*. *D* = Drüsengewebe.

Fig. 2. Schematische Übersicht des Griffels und Fruchtknotens von *Tulipa*.

Fig. 3. Narbenpapillen des Griffels von *Ornithogalum Bouchéanum*. *K* = Kerne.

Fig. 4. Innere Epidermiszellen des Griffelkanals von *Ornithogalum Bouchéanum*. *Ö* = Öltropfen.

Fig. 5. Äußere Epidermiszellen des Griffels von *Ornithogalum Bouchéanum*. *C* = Kutikularschichte, *Ö* = Öl, *EK* = Einschlußkörper.

Fig. 6. Äußere Epidermiszellen des Griffels von *Ornithogalum Bouchéanum* in Oberflächenansicht.

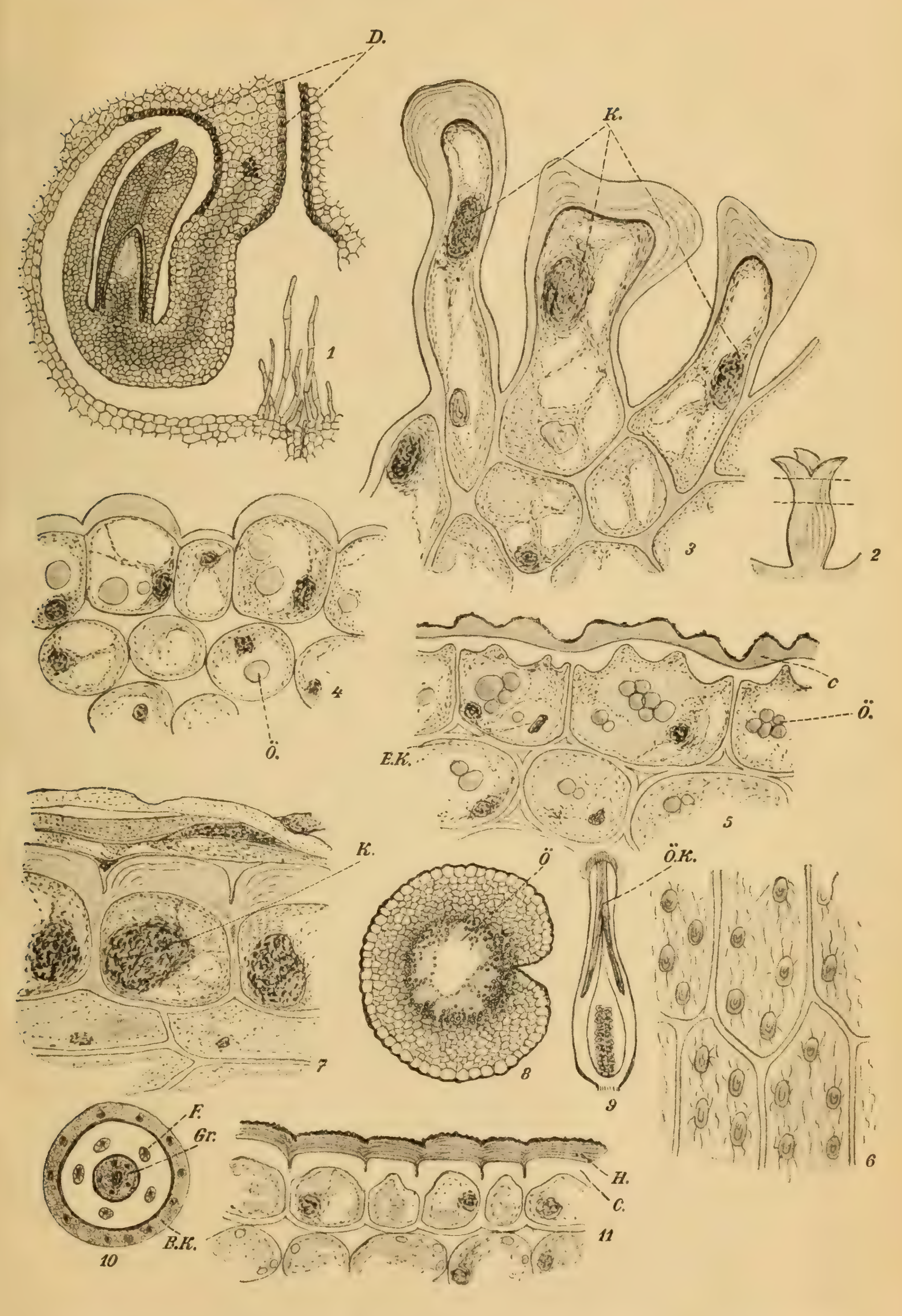
Fig. 7. Drüsenzellen aus dem Griffelkanal von *Lilium candidum* mit darüberliegenden Pollenschläuchen. *K* = Kerne.

Fig. 8. Querschnitt durch den Griffel von *Echeveria imbricata*. *Ö* = Öl.

Fig. 9. Schematischer Längsschnitt durch den Griffel von *Echeveria imbricata*. *Ök.* = Ölkanal.

Fig. 10. Querschnitt durch die Blüte von *Nicotiana affinis*. *Gr.* = Griffel, *F* = Filament, *Bk.* = Blumenkrone.

Fig. 11. Griffelepidermis von *Nicotiana affinis*. *H* = Holz, *C* = Kutikula.


D.
K.
1
2
3
4
Ö.
c
Ö.
E.K.
5
K.
Ö
Ö.K.
6
7
8
9
F.
Gr.
B.K.
10
H.
C.
11

Textkürzung.

Infolge der fortdauernden außerordentlichen Preissteigerungen des Druckes ist die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse außerstande, die Abhandlungen im alten Friedensumfange abzudrucken; insbesondere sollen die Sitzungsberichte von den aufgenommenen Arbeiten nur das zum Verständnisse unumgänglich Notwendige bringen. Sehr oft sind manche Einzelheiten der Versuchsanordnungen, Beobachtungsprotokolle, Zahlentabellen, Kurven, Zwischenrechnungen u. a. m. nur für den auf dem betreffenden Gebiete arbeitenden Fachmann von Wichtigkeit, während sie für den Fachmann verwandter Gebiete von minderem Belange sind.

Die Autoren werden demnach gebeten, derartige Einzelheiten als »Ergänzungen« ihren Arbeiten beizugeben, und zwar womöglich in Maschinenschrift und in zwei Exemplaren. Diese »Ergänzungen« sollen nicht veröffentlicht, sondern in der Kanzlei der Akademie aufbewahrt und eines davon über Wunsch an Interessenten für einen Monat entliehen werden. Über die Beigabe solcher »Ergänzungen« wird am Ende der Arbeit ein entsprechender Vermerk stehen.

Ferner werden die Herren Autoren ersucht, behufs Verringerung der Druckkosten und Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit jene Teile ihrer Arbeiten in Kleindruck zu bringen, welche ihrem Inhalte nach als Ergänzungen oder Erläuterungen des in gewöhnlichem Drucke erscheinenden Textes aufzufassen sind.

Die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung IIa. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung IIb. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Grundpreis beigesetzt ist, kommen Separatabdrucke in den Buchhandel und können durch Alfred Hölder, Auslieferungsstelle der Akademie der Wissenschaften (Wien, I., Rotenturmstraße 25, Halbstock), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben.

Die Preise werden nach dem jeweiligen Stande der Valuta nach Maßgabe der Verhältnisse berechnet.

Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrucken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrucke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.







